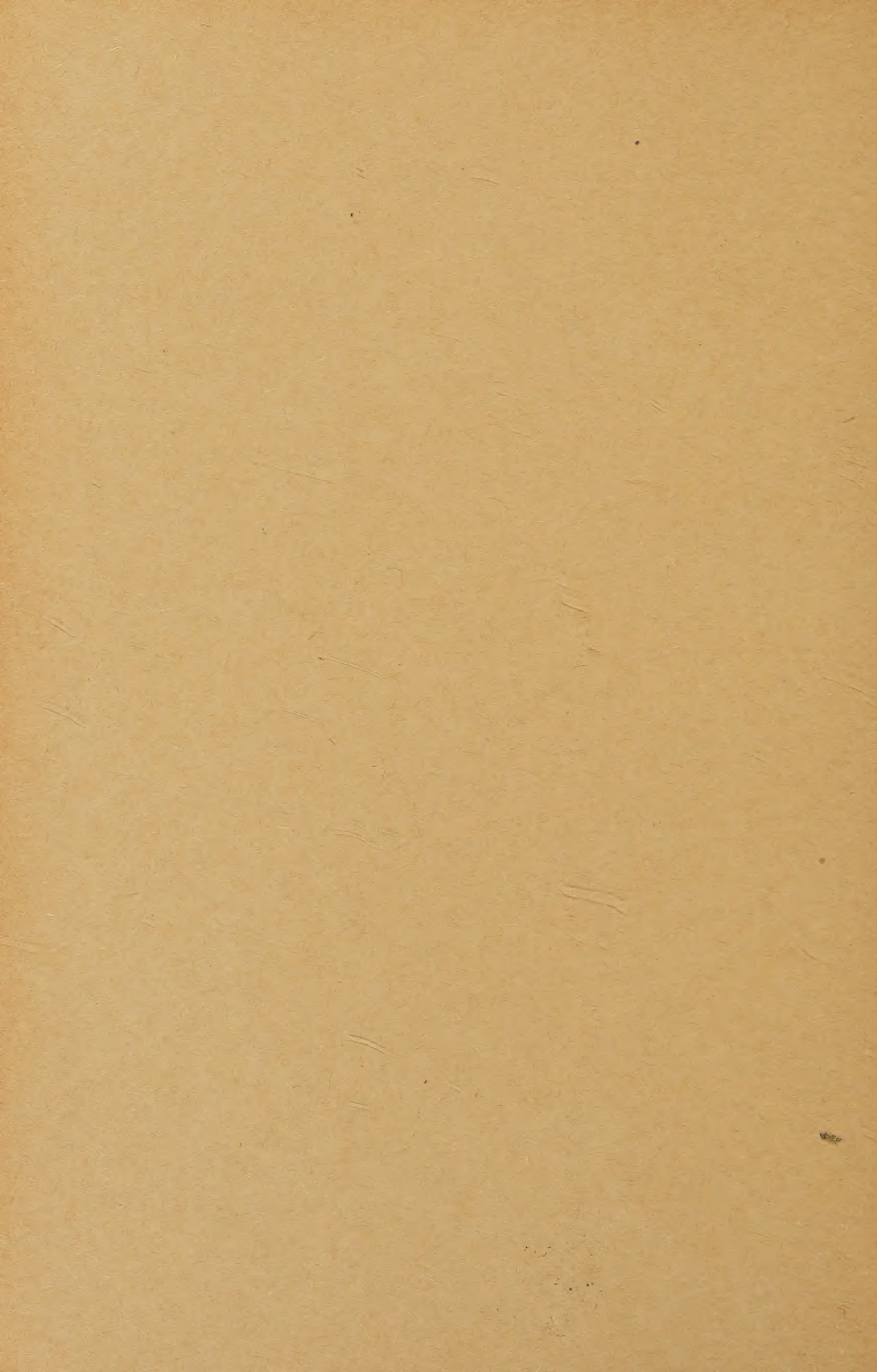


Zur Kenntnis der Veränderungen des Fleisches während Trocknung und anschließender Lagerung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von
ANNELIESE SCHULTHEISS
aus Bamberg

Juni 1959



Zur Kenntnis der Veränderungen des Fleisches während
Trocknung und anschließender Lagerung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Ludwig-Maximilians-Universität

München

vorgelegt

von

Anneliese Schultheiß

aus

Bamberg

Juni 1959



Berichterstatter: Prof. Dr. E. B a m a n n

Tag der mündlichen Prüfung: 18. NOV. 1959

Meinen lieben Eltern

Die vorliegende Arbeit wurde im Einverständnis mit Herrn Prof. Dr. E. B a m a n n , Direktor des Instituts für Pharmazie und Lebensmittelchemie der Universität München, in der Zeit von Frühjahr 1957 bis Sommer 1959 am Institut für Chemie und Physik der Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft, Kulmbach, angefertigt.

Ich danke Herrn Prof. Dr. E. B a m a n n für das jederzeit meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse, die wohlwollende Förderung und die wertvollen Anregungen.

Ganz besonderen Dank spreche ich Herrn Prof. Dr. R. G r a u , Direktor der Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft, aus für die freundliche Überlassung des Themas, die Möglichkeit der Durchführung der Untersuchung an seinem Institut, die zuteil gewordenen Anregungen sowie die Leitung und großzügige Förderung meiner Studien.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>A. Einleitung</u>	1
<u>B. Theoretischer Teil</u>	
I. Einfluß der Trocknung und der Lagerung auf chemische Zusammensetzung, pH-Wert, Farbe und Verdaulichkeit des Fleisches	5
II. Rehydratationsvermögen des Trockenfleisches unter dem Einfluß von Lagerzeit, Oberflächengröße, Temperatur, Vakuum, Restfeuchtigkeit, pH und Salzzusatz	8
III. Verhalten der Eigenschaften des Fleisches bei Trocknung und Lagerung in Bezug auf Leitfähigkeit, Extraktivstoffe, Asche, Phosphor, Stickstoff, Farbe und Muskelproteine in wässerigen Extrakten	11
IV. Kritische Betrachtung der Ergebnisse	15
<u>C. Spezieller Teil</u>	
I. Herstellung von Trockenfleisch nach einem modifizierten Vakuumverfahren	16
II. Eigenschaften des Trockenfleisches, verglichen mit dem Ausgangsmaterial und dem Endprodukt nach verschieden langer Lagerung, untersucht am Gesamtprodukt und in wässerigen Extrakten	20
<u>D. Methodischer Teil</u>	
Bestimmungsmethoden und Versuchsansätze	51
<u>E. Literaturverzeichnis</u>	54



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. Einleitung

Das Trocknen von Fleisch war als Konservierungsverfahren schon den Kulturvölkern der Antike bekannt und hat seither immer wieder Verbesserungen erfahren. Daß es trotzdem nur in Notzeiten einige Bedeutung erlangte, wenn im Hinblick auf Vorratshaltung und Transport größtes Interesse an der durch den Trocknungsprozeß erzielten Gewichts- und Volumenverminderung neben der zusätzlichen Ersparnis an hochwertigem und notwendigem Kühlagerraum bestand, liegt sowohl daran, daß bisher weder das Endprodukt „Trockenfleisch“, noch die Herstellungsverfahren den gestellten Anforderungen in allen Punkten gerecht wurden, d.h. daß trotz vieler Versuche noch immer keine endgültige Lösung des Trocknungsproblems erreicht worden ist.

In der mir zugänglichen Literatur¹⁾ zeigt sich bei der Betrachtung der Herstellungsverfahren für Trockenfleisch und der Eigenschaften der hierbei erhaltenen Produkte deren weitgehende Abhängigkeit von der angewandten Trocknungsmethode. Nach den Grundzügen der Trocknungsart können Luft- und Vakuumtrocknungsverfahren unterschieden werden, wobei sich aus letzteren eine besondere Methode, die Gefriertrocknung, entwickelte.

Ausführliche Übersichtsarbeiten über die Fleischtrocknung befassen sich mit der Entwicklung der Luft- und Vakuumtrocknung (10, 30, 36, 80, 108, 132) und der Entwicklung der Gefriertrocknung (65).

Bei einem Vergleich der verschiedenen Trocknungsverfahren für Fleisch in L u f t (13, 32, 33, 43, 47, 61, 78, 83, 93, 97, 109, 115, 131) ergibt sich, daß die apparativen Einrichtungen keinen wesentlichen Einfluß auf die Qualität der Trockenprodukte ausüben, daß aber den physikalischen Faktoren, vor allem der Trocknungstemperatur, große Bedeutung zukommt, da hohe Temperaturen Qualitätsminderung verursachen, niedrige Temperaturen die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens in Frage stellen. Zur Verbesserung der Trocknung wurde das Vorkochen des Fleisches eingeführt und dafür bestimmte Methoden ausgearbeitet (4, 32, 61, 83, 93). Vorkochen beschleunigt den Trocknungsprozeß und hat ferner den Zweck, alle nicht-sporenbildenden Mikroorganismen abzutöten und Enzyme

¹⁾ Literaturstellen, die in Übersichtsarbeiten angegeben werden, mir aber nicht vorliegen, sind im Literaturverzeichnis nicht gesondert aufgeführt.

zu inaktivieren. Allerdings ist die Verwendbarkeit von vorgekochtem Fleisch gegenüber rohem beschränkt.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Qualität des Trockenproduktes ist seine Fähigkeit, das entfernte Wasser wieder zu absorbieren und zu binden. Die Endprodukte der verschiedenen Lufttrocknungsverfahren zeigen unterschiedliches, in keinem Fall befriedigendes Rehydratationsvermögen (4, 13, 15, 30, 47, 63, 77, 91, 144, 145).

Im allgemeinen bedeutet verringertes Rehydratationsvermögen auch eine Qualitätsminderung. Wenn in der Literatur trotzdem Berichte über organoleptisch zum Teil gut beurteilte Trockenfleischprodukte vorliegen. (13, 14, 15, 33, 47, 91), so darf man nicht außer Acht lassen, daß sie unter dem Einfluß der Kriegszeit (1942 - 44!) entstanden.

Auch die Untersuchung der chemischen und nährstoffmäßigen Zusammensetzung und der Verdaulichkeit der Trockenprodukte wurde zum objektiven Nachweis der Qualitätserhaltung bzw. der Qualitätsminderung bei der Trocknung herangezogen (29, 47, 62, 74, 91, 96, 113, 131, 149, 152). Im allgemeinen scheint es, daß die Trocknung des Fleisches seine Verdaulichkeit nicht, die Zusammensetzung geringfügig, den Gehalt einzelner Vitamine aber erheblich beeinflusst.

Die Lagerfähigkeit des Trockenproduktes stellt wohl das größte Problem dar, selbst wenn man von den hierbei stattfindenden bakteriologischen Vorgängen absieht, die außerhalb meiner Arbeit liegen. Am günstigsten wirkte sich Verpackung unter Vakuum oder Stickstoff durch Ausschaltung der oxydativen Ranzigkeit aus. Bei Luftzutritt erhöhte Kompression die Haltbarkeit des Trockenfleisches (13, 14, 83, 85, 117, 118, 119, 153). Zur Unterstützung des Sauerstoffausschlusses durch die Verpackung wurde auch Zugabe von Antioxydantien in Betracht gezogen (83, 86).

Im Verlaufe der Lagerung des Trockenfleisches änderte sich der Nährwert nicht wesentlich, nur der Gehalt an Thiamin und an wasserlöslichen Stickstoffverbindungen nahm noch weiter ab als schon während der Trocknung (47, 74, 113, 152).

Da die Lufttrocknung von Fleisch, im Ganzen gesehen, nicht restlos befriedigte, wurden die Verfahren durch Einführung von V a k u u m insofern verbessert, als damit neben dem Ausschluß des Sauerstoffs auch die Möglichkeit der Temperatursenkung gegeben war (32, 43, 47, 67, 83, 101, 143, 158, 159, 160). Als logische Folgerung ergab sich daraus durch weitere Erniedrigung des Vakuums und weitere Senkung der Temperatur des zu trocknenden Gutes die Gefrier-trocknung.

Die Angaben in der Literatur über Vakuumstrocknung stimmen in Bezug auf Rehydratation und Geschmack als den wichtigsten Qualitätskriterien der Trockenprodukte nur insofern überein, daß gegenüber der Lufttrocknung die Qualität zwar zum Teil verbessert, aber die des Frischfleisches auch hier nicht erreicht wurde (4, 30, 43, 47, 48, 63, 82, 143, 144, 160).

Verdaulichkeit und chemische und nährstoffmäßige Zusammensetzung des Fleisches wurden ähnlich beeinflußt wie bei der Lufttrocknung (29, 46, 47, 62, 74, 110, 113, 149, 152).

Auch unter Vakuum hergestellte Trockenpräparate waren gegen Qualitätsminderung in Bezug auf Aussehen, Geschmack und chemische und nährstoffmäßige Zusammensetzung während der Lagerung nicht stabil (43, 46, 74, 85, 113, 143, 152). Die Qualitätsminderungen wurden u.a. auf die Bildung nicht-enzymatischer Bräunung und flüchtiger chemischer Komponenten zurückgeführt. Um diese erstere Reaktion zu verhindern, wurden Versuche zur Entfernung des Glukosegehaltes des Fleisches durch Zusatz von Glukose-Oxydase-Enzym oder von Hefe durchgeführt (21, 72, 73).

Bei der Gefrier - Trocknung ist das Ausgangsmaterial grundsätzlich gefrorenes Fleisch, dazu kommen extrem niedriger Vakuumdruck und, zu Beginn des Trocknungsprozesses, sehr niedrige Temperaturen, so daß der Wasserentzug aus dem Fleisch durch Sublimation erfolgt (22, 35, 38, 40, 54, 92, 99, 106, 107, 112, 146). Um die hierbei notwendige lange Trocknungszeit abzukürzen, wurde zur Beschleunigung der Sublimation die Wärmezufuhr durch z.T. modifizierte Heizplatten (7, 20, 100, 125, 135), Mikrowellenenergie (26, 27), oder Infrarotstrahlen (138) erhöht. Weitere Faktoren, die die Trocknungsgeschwindigkeit beeinflussen könnten, wurden im Einzelnen untersucht (107, 140, 156).

Im Gegensatz zu den nach Luft- und Vakuumtrocknungsverfahren hergestellten Produkten zeigt gefriergetrocknetes Fleisch eine rasche und weitgehende Rehydratation, die aber nicht mehr zu den Eigenschaften des Frischfleisches zurückführt, selbst nicht unter Anwendung von rehydrations-verbessernden Faktoren (5, 7, 30, 38, 55, 56, 82, 121, 125, 138, 140, 146, 147, 148, 156).

Der günstigeren Rehydratation entsprechen auch in der Gesamtheit gute Qualitätsbeurteilungen, wenn auch meistens die Textur als trockener und fester empfunden wurde als bei Frischfleisch (7, 19, 25, 35, 38, 54, 55, 56, 121, 125, 135, 138, 148, 156).

Chemische Untersuchungen auf Veränderungen des Fleisches durch die Gefriertrocknung beziehen sich auf Denaturierung der Proteine, Erhalt

verschiedener Vitamine, chemische Zusammensetzung und Farbe (56, 64, 76, 138, 139, 149).

Während der Lagerung gefriergetrockneten Fleisches, die die gleichen Probleme aufwirft, wie die Lagerung getrockneten Fleisches überhaupt, wurde festgestellt, daß durch Abwesenheit von Sauerstoff oxydative Reaktionen unterbunden werden können, nicht aber die Carbonyl-Amin-Bräunungsreaktion, die als die wichtigste nichtoxydative Verderb-reaktion angesehen wird. Möglicherweise ist auch Proteindenaturierung nicht auszuschließen (44, 87, 122, 123, 133, 134, 139). Diesen Reaktionen wird die Beeinträchtigung qualitätsbestimmender Eigenschaften, wie Rehydratationsvermögen, Aussehen, Geschmack, Verdaulichkeit während der Lagerung zugeschrieben (23, 35, 38, 44, 122, 123, 133, 134, 140, 146). Alle theoretischen Überlegungen bzw. praktischen Versuche, die Carbonyl-Amin-Bräunung zu vermeiden, scheiterten bisher an den Eigenschaften des Fleisches als Lebensmittel.

Der augenblickliche Stand der Fleisch-trocknung könnte folgendermaßen skizziert werden: Die Gefriertrocknung als Verfahren ist den anderen Trocknungsverfahren für Fleisch mit Ausnahme von Hackfleisch überlegen, das mit Heißluft getrocknet ebenso gut beurteilt wird (7). Trotzdem erreicht gefriergetrocknetes Fleisch nicht die Qualität von Frischfleisch. Eine kommerzielle Herstellung verbietet sich jedoch wegen der hohen Anschaffungs- und Betriebskosten der dazu notwendigen Apparaturen: Der Preis für Trockenfleisch würde unter Berücksichtigung der Qualität in keinem Verhältnis zum Frischfleischpreis stehen (35, 38, 54, 111, 112, 121, 142).

Da die Frage nach einem in qualitativer und kommerzieller Hinsicht befriedigendem Trockenfleisch noch immer offen steht, wurde diese Arbeit von dem Gedanken geleitet, die wichtigsten chemischen und physikalischen Veränderungen des Fleisches während einer modifizierten Vakuumtrocknung und der anschließenden Lagerung zu verfolgen.

B. Theoretischer Teil

I. Einfluß der Trocknung und der Lagerung auf chemische Zusammensetzung, pH-Wert, Farbe und Verdaulichkeit des Fleisches

Die Untersuchung der c h e m i s c h e n Z u s a m m e n s e t - z u n g zeigt, daß Trocknung von Fleisch im modifizierten Vakuumverfahren durch den Wasserentzug lediglich eine prozentuale Erhöhung der Asche-, Eiweiß- und Fettgehalte im Fleisch bedingt.

Eine gleiche Abhängigkeit zwischen Frisch- und Trockenfleisch wurde bei der Anwendung von Luft- und Vakuumtrocknungsmethoden infolge von Fettverlusten nicht festgestellt (62); die Unterschiede in den Ergebnissen beider Arbeiten werden auf die Verwendung fettärmeren Ausgangsmaterials bei vorliegenden Untersuchungen zurückgeführt.

Während 12monatiger Lagerung²⁾ erfährt die prozentuale chemische Zusammensetzung des Trockenfleisches keine Veränderungen.

Der p H - W e r t des Trockenfleisches ist gegenüber dem pH-Wert des Frischfleisches im Mittel um 0,8 Einheiten erhöht.

Bei Gefriertrocknung wurde keine pH-Verschiebung festgestellt (56).

Die pH-Verschiebung nach der alkalischen Seite könnte bei der vorliegenden Trocknung des Fleisches als Folge von Veränderungen am Proteinkomplex aufgefaßt werden, die durch die Bildung freier SH-Gruppen oder durch Zerstörung gewisser freier Carboxylgruppen bedingt werden. Die bei der Eiweißdenaturierung durch Hitze hervorgerufene pH-Wert-Erhöhung um 0,3 - 0,4 Einheiten (6, 17, 104, 154) ist nicht so stark wie die bei den vorliegenden Versuchen ermittelte Verschiebung, so daß der Schluß nahe liegt, daß bei der Trocknung nach dem modifizierten Vakuumverfahren eine noch weitergehende Neuordnung der Peptidketten stattfindet.

Lagerung des Trockenfleisches für eine Zeit von 12 Monaten verändert den pH-Wert nicht.

Die leuchtend rote F a r b e des Ausgangsfleisches geht während der Trocknung in eine leicht grau-rote Farbe über.

Die objektive Beurteilung der Farbveränderungen mittels der Remissionsspektren zeigt die Beibehaltung der beim Frischfleisch festgestellten Re-

2) Lagerung des Trockenfleisches in Dosen unter Vakuum bei Zimmertemperatur.

flexionsmaxima und -minima des Oxymyoglobins beim Trockenfleisch. Daneben ist aber eine deutliche Zunahme des spektralen Remissionsgrades im ganzen Spektralbereich des Trockenfleisches zu erkennen. Es tritt also im Gesamtfarbeindruck beim Trockenfleisch eine Aufhellung ein.

Der visuelle Eindruck des im vorliegenden Verfahren gewonnenen Trockenfleisches sowie die Beibehaltung der spektralen Eigenschaften des Frischfleisches weisen darauf hin, daß im modifizierten Trocknungsverfahren keine Desoxydation des Oxymyoglobins, zumindest nicht im selben Maße wie bei der Gefriertrocknung eintritt (138, 139).

Die Zunahme des Remissionsgrades bei Trockenfleisch kann wohl dahingehend erklärt werden, daß durch die Schrumpfung der Muskelfasern und damit verbundener festerer Aneinanderlagerung der Muskelfibrillen während der Trocknung der Trübungszustand der Oberfläche vergrößert wird, was sich in einem erhöhten Remissionsvermögen bemerkbar macht. Der unterschiedliche Wassergehalt frischen und getrockneten Fleisches spielt hierbei nur eine indirekte Rolle, da nach bisherigen Feststellungen kein Zusammenhang zwischen Farbe und Wassergehalt von Frischfleisch ermittelt werden konnte (53, 69). Beobachtungen über eine Beeinflussung des Remissionsgrades von Frischfleisch durch den pH-Wert des Fleisches dürften hier nicht in Betracht zu ziehen sein, da stets relativ hohem pH-Wert dunklere Farbnuancierungen zugeschrieben wurden (16, 53, 155), die Verhältnisse beim Trockenfleisch aber entgegengesetzt liegen.

Während der Lagerung verändert sich das Aussehen des zu untersuchenden Trockenfleisches innerhalb der ersten 6 Monate über rötlichbraun zu braun und schließlich zu gelbbraun und bleibt dann bis zum Ende des Versuches - 12 Monate - fast unverändert.

Objektiv gemessen behält das Trockenfleisch bis zu 2monatiger Lagerung das Oxymyoglobinspektrum bei, das im Verlaufe der weiteren Lagerung allmählich verschwindet, wobei gleichzeitige Aufhellung eintritt.

Die während der Lagerung erfolgende Bräunung und der Verlust der spektralen Eigenschaften des Oxymyoglobins wurden auch für gefriergetrocknetes Fleisch festgestellt, wobei Lagerung unter Luft bereits nach 16 Tagen, bei Ausschluß von Luft nach etwas längerer Zeit zu diesem Ergebnis führte (139, 140). Diese raschere Bräunung bei gefriergetrocknetem Fleisch dürfte nicht nur durch die angewandte höhere Lagertemperatur als bei den vorliegenden Versuchen, sondern vor allem durch den höheren Anteil an Myoglobin verursacht sein, da nach dem bisherigen

Stand der Erkenntnisse das Oxy-myoglobin erst zu Myoglobin desoxygeniert sein muß, ehe die Oxydation zu Metmyoglobin erfolgt.

Für die Veränderungen während der Lagerung können 2 Reaktionen in Betracht gezogen werden, die unabhängig voneinander verlaufen, und zwar Oxydation des Oxy-myoglobins zu Metmyoglobin und Carbonyl-Amin-Bräunung. Bei Ausschluß von Sauerstoff ist die Möglichkeit einer Oxydation zu Metmyoglobin in der Weise gegeben, daß vom Myoglobin ein Elektron an im Trockenfleisch selbst vorhandene Elektronenakzeptoren abgegeben wird (139). Die Labilität trockenen Myoglobins gegenüber Oxydation (139) sowie die bei der Trocknung nach dem modifizierten Vakuumverfahren möglicherweise stattgefundenen, wenn vielleicht auch nur partielle Denaturierung des Globins, die die Anfälligkeit des Myoglobins gegen Oxydation sehr erhöht (150), könnten eine Erklärung für die Braunverfärbung darstellen. Die Carbonyl-Amin-Bräunung führt bei längerer Lagerung des Trockenfleisches unter Abwesenheit von Sauerstoff ebenfalls zu einer Braunverfärbung (133).

Die Untersuchungen über die *Verdaulichkeit* *in vitro* zeigen, daß die "Löslichkeit" des nach dem modifizierten Vakuumverfahren hergestellten Trockenfleisches nach 4stündiger Verdauung fast den Löslichkeitswerten des Frischfleisches nach 24stündiger Verdauungszeit entspricht. Der "Peptidabbau" hingegen ist für das Trockenfleisch und Frischfleisch nach 4- und 24stündiger Enzymeinwirkung gleich.

Auch andere Autoren konnten an luft-, vakuum- und gefriergetrocknetem Fleisch keine Beeinflussung der Verdaulichkeit durch die Trocknung feststellen (2, 47, 91).

Während beim vorliegenden Trockenfleisch während der 12monatigen Lagerung keine Änderung in der "Löslichkeit" auftritt, nimmt der "Peptidabbau" während der Lagerung des Trockenfleisches ab.

Über die Abnahme der Verdaulichkeit während der Lagerung von gefriergetrocknetem Fleisch liegen in der Literatur einander widersprechende Angaben vor (2, 122).

Die Verminderung der Verdaulichkeit während der Lagerung dürfte einerseits auf das Auftreten von Carbonyl-Amin-Bräunung zurückzuführen sein (122), andererseits aber auch, ähnlich wie bei der Denaturierung durch Hitze (124), auf die verzögerte und nicht mehr völlige Aufspaltbarkeit der bei der Denaturierung gebildeten inter- oder intramolekularen Bindungen.

II. Rehydratationsvermögen' des Trockenfleisches unter dem Einfluß von Lagerzeit, Oberflächengröße, Temperatur, Vakuum, Restfeuchtigkeit, pH und Salzzusatz

Die während einer 24stündigen Rehydratationszeit im vorliegenden Trockenfleisch erreichten Gewichts- und Volumenzunahmen, Wassergehalte und Anteile an "lockerem" und "gebundenem" Wasser lassen erkennen, daß eine Rekonstitution des Trockenfleisches bzw. eine Rückkehr zu den Eigenschaften des Ausgangsmaterials nicht eingetreten ist. Gleichzeitig mit der Wasseraufnahme erfolgt bei der Rehydratation des Trockenfleisches ein Austritt an wasserlöslichen Bestandteilen.

Beim Vergleich dieser Ergebnisse mit den Feststellungen anderer Autoren für die Rehydratation von Trockenfleisch zeigt sich, daß bei luft- und vakuumgetrocknetem Fleisch die Rehydratation geringer ist als bei dem hier besprochenen Produkt (15, 47, 63, 77, 82); bei gefriergetrocknetem Fleisch wird derselbe Rehydratationsgrad, jedoch in wesentlich kürzerer Zeit (82, 138, 146), erreicht.

Gleichzeitig mit der Rehydratation erfolgt bei luft- und vakuumgetrocknetem Fleisch mitunter erhebliche Volumenzunahme, während das Gesamtvolumen von gefriergetrocknetem Fleisch infolge seiner unterschiedlichen Struktur nicht beeinflusst wird (146).

Insbesondere Hydratation und Osmose sind als die bei der Quellung der Proteine, teils allein, teils gemeinsam wirksam werdenden Kräfte anzusehen (136). Die unter deren Einfluß bei der Quellung erfolgende Wasseraufnahme steht in engem Zusammenhang mit dem Wasserbindungsvermögen (51, 57). Beim vorliegenden Trockenfleisch konnte nach der Rehydratation nicht mehr das Wasserbindungsvermögen des Frischfleisches erreicht werden, sondern das während der Rehydratation aufgenommene Wasser wird größtenteils nur in den Kapillarräumen festgehalten, wie die hohen Anteile an "lockerem" Wasser zeigen. Diese Erniedrigung des Wasserbindungsvermögens, die sich mit der Abnahme der für die Hydratation verantwortlichen polaren Gruppen der Proteine erklären läßt, wird, ähnlich wie bei der Wärmedenaturierung (57), durch eine Denaturierung während des Trocknungsvorganges verursacht. Das verminderte Wasserbindungsvermögen des rehydratisierten Trockenfleisches ist wohl für die trockenere Textur des rehydratisierten Materials verantwortlich zu machen.

Nach der 12monatigen Lagerung des Trockenfleisches hat sein Rehydratationsvermögen merklich abgenommen, gleichzeitig ist der Austritt an wasserlöslichen Bestandteilen vermindert.

Diese Feststellung wurde von anderen Autoren auch bei der Lagerung gefriergetrockneten Fleisches gemacht (122, 146), während eine andere Arbeit keine Beeinflussung der Rehydratation vakuum- und gefriergetrockneten Fleisches durch die Lagerung erkennen ließ (82).

Die Abnahme des Rehydratationsvermögens während der Lagerung, verbunden mit einem verminderten Austritt wasserlöslicher Bestandteile aus dem Trockenfleisch, dürfte sowohl auf Denaturierung als auch auf Bräunungsreaktion zurückzuführen sein (122).

Wenn auch durch Oberflächenvergrößerung höhere Rehydratationswerte, Volumenzunahmen und Wassergehalte im vorliegenden, frisch hergestellten Trockenfleisch erreicht werden und zudem in einer wesentlich kürzeren Zeit als ohne Oberflächenvergrößerung, so tritt trotzdem keine Verbesserung bezüglich der Rekonstitution des Trockenfleisches ein, wie vor allem die Anteile an "lockerem" und "gebundenem" Wasser und die organoleptische Beurteilung zeigen. Außerdem erfolgt bei Oberflächenvergrößerung ein stärkerer Austritt wasserlöslicher Bestandteile aus dem Trockenfleisch in die Rehydratationsflüssigkeiten.

Erhöhte Rehydratationswerte und Rehydratationsgeschwindigkeiten sowie höhere Wassergehalte bei kleinerer Teilchengröße von luft-, vakuum- und gefriergetrocknetem Fleisch wurden auch von anderen Autoren festgestellt (5, 63, 91).

Die Anwendung hoher und tiefer Temperaturen während der Rehydratation führt ebenfalls nicht zu einer Rekonstitution des nach dem modifizierten Vakuumverfahren hergestellten Trockenfleisches. Die Rehydratation bei tiefer Temperatur erfolgt zwar langsamer, führt aber im Verlauf einer 24stündigen Rehydratationszeit zu günstigeren Einzelergebnissen, die aber bei der organoleptischen Beurteilung nicht hervortreten.

Entgegen diesen Beobachtungen konnte bei verschiedenen Temperaturen des Rehydratationswassers keine Beeinflussung der Geschwindigkeit oder des Ausmaßes der Rehydratation gefriergetrockneten Muskelgewebes festgestellt werden (5).

flexionsmaxima und -minima des Oxy-myoglobins beim Trockenfleisch. Daneben ist aber eine deutliche Zunahme des spektralen Remissionsgrades im ganzen Spektralbereich des Trockenfleisches zu erkennen. Es tritt also im Gesamtfarbeindruck beim Trockenfleisch eine Aufhellung ein.

Der visuelle Eindruck des im vorliegenden Verfahren gewonnenen Trockenfleisches sowie die Beibehaltung der spektralen Eigenschaften des Frischfleisches weisen darauf hin, daß im modifizierten Trocknungsverfahren keine Desoxydation des Oxy-myoglobins, zumindest nicht im selben Maße wie bei der Gefrier-trocknung eintritt (138, 139).

Die Zunahme des Remissionsgrades bei Trockenfleisch kann wohl dahingehend erklärt werden, daß durch die Schrumpfung der Muskelfasern und damit verbundener festerer Aneinanderlagerung der Muskelfibrillen während der Trocknung der Trübungszustand der Oberfläche vergrößert wird, was sich in einem erhöhten Remissionsvermögen bemerkbar macht. Der unterschiedliche Wassergehalt frischen und getrockneten Fleisches spielt hierbei nur eine indirekte Rolle, da nach bisherigen Feststellungen kein Zusammenhang zwischen Farbe und Wassergehalt von Frischfleisch ermittelt werden konnte (53, 69). Beobachtungen über eine Beeinflussung des Remissionsgrades von Frischfleisch durch den pH-Wert des Fleisches dürften hier nicht in Betracht zu ziehen sein, da stets relativ hohem pH-Wert dunklere Farbnuancierungen zugeschrieben wurden (16, 53, 155), die Verhältnisse beim Trockenfleisch aber entgegengesetzt liegen.

Während der Lagerung verändert sich das Aussehen des zu untersuchenden Trockenfleisches innerhalb der ersten 6 Monate über rötlichbraun zu braun und schließlich zu gelbbraun und bleibt dann bis zum Ende des Versuches - 12 Monate - fast unverändert.

Objektiv gemessen behält das Trockenfleisch bis zu 2monatiger Lagerung das Oxy-myoglobinspektrum bei, das im Verlaufe der weiteren Lagerung allmählich verschwindet, wobei gleichzeitige Aufhellung eintritt.

Die während der Lagerung erfolgende Bräunung und der Verlust der spektralen Eigenschaften des Oxy-myoglobins wurden auch für gefriergetrocknetes Fleisch festgestellt, wobei Lagerung unter Luft bereits nach 16 Tagen, bei Ausschluß von Luft nach etwas längerer Zeit zu diesem Ergebnis führte (139, 140). Diese raschere Bräunung bei gefriergetrocknetem Fleisch dürfte nicht nur durch die angewandte höhere Lagertemperatur als bei den vorliegenden Versuchen, sondern vor allem durch den höheren Anteil an Myoglobin verursacht sein, da nach dem bisherigen

Auch die 15%ige Natriumchloridlösung, entsprechend einer 1%igen NaCl-Lösung, bezogen auf Ausgangsfrischfleisch, wirkt nach den analytischen Daten günstiger auf die Rehydratation des Trockenfleisches als Wasser. Jedoch sind die Veränderungen mit steigender Kochsalzkonzentration unwesentlich.

Diese Ergebnisse bestätigen also auch für die Rehydratation des Trockenfleisches die bei Frischfleisch gemachten Feststellungen, daß Polyphosphate, vor allem in Gegenwart von Kochsalz, eine stärkere Erhöhung der Wasserbindung bewirken. Allerdings wäre nach den für Frischfleisch gemachten Feststellungen, daß die Wasserbindung des Muskels mit steigender Kochsalzkonzentration bis zu etwa 4 % stark zunimmt, eine Verbesserung der Rehydratation mit höherprozentiger Natriumchloridlösung zu erwarten gewesen (50, 57).

Die Ergebnisse anderer Autoren bei der Rehydratation von Trockenfleisch in verschiedenen Lösungen sind unterschiedlich. Während Untersuchungen mit Kochsalzlösung gegenüber Wasser bei luftgetrocknetem Fleisch zu keiner Verbesserung der Rehydratation führte (47), und Prüfungen bei gefriergetrocknetem Fleisch sogar eine Abnahme der Rehydratation ergaben (5), zeigten andere Arbeiten, sowohl an luft- als auch an gefriergetrocknetem Fleisch, daß die Rehydratation in 1%iger Natriumchloridlösung besser war als in Wasser (7, 91). Rehydratation gefriergetrockneten Fleisches in einer Lösung mit 0,2 mol NaCl, 0,01 mol KCl und 0,05 mol Na-Ascorbat führte zu einer Erhöhung der Wasserbindungsfähigkeit, ohne den Geschmack ungünstig zu beeinflussen (56).

III. Verhalten der Eigenschaften des Fleisches bei Trocknung und Lagerung in Bezug auf Leitfähigkeit, Extraktivstoffe, Asche, Phosphor, Stickstoff, Farbe und Muskelproteine in wässerigen Extrakten

Nach den vorliegenden Untersuchungen sind die Anteile an Extraktivstoffen, an Asche, an Phosphor, an Rest-Stickstoff und an Amino-Stickstoff sowie die Leitfähigkeit in den Extrakten des nach dem modifizierten Vakuumverfahren getrockneten Fleisches geringgradig vermindert, nur der Anteil an Gesamt-Stickstoff ist während der Trocknung unverändert geblieben.

Zum Vergleich liegen mir nur Arbeiten über den Gehalt an Rest-Stickstoff und Gesamtstickstoff in Trockenfleischextrakten vor.

Während im Extrakt des vorliegenden Trockenfleisches, verglichen mit dem Ausgangsmaterial eine Abnahme an Rest-Stickstoff festgestellt wurde, konnte dies bei Extrakten aus gefriergetrocknetem Fleisch nicht beobachtet werden (56).

Durch die Trocknung scheint der Anteil an Proteinstickstoff (Gesamtlöslicher-Stickstoff minus Rest-Stickstoff) erhöht zu werden. Dies würde den Schluß nahelegen, daß bei der Trocknung nach dem modifizierten Vakuumverfahren, ebenso wie bei der Hitzedenaturierung (66), eine Neubildung von Peptidketten und größeren Aggregaten von Proteinmolekülen erfolgt. Wahrscheinlich kann auch die leichte Verminderung der anderen Extraktbestandteile damit in Zusammenhang gebracht werden.

Durch das Trocknen nach dem vorliegenden Vakuumverfahren konnte keine Beeinflussung des Gesamt-Stickstoffs in den Extrakten gefunden werden; andere Autoren dagegen ermittelten bei luft- und vakuumgetrocknetem Fleisch erhebliche Verluste (46, 47), die sie auf höhere Trocknungstemperatur zurückführten. An Extrakten aus gefriergetrocknetem Fleisch wurde einerseits keine Beeinflussung des Gesamt-Stickstoffs, andererseits eine Abnahme festgestellt, wobei letztere von den Autoren auf eine Denaturierung durch höhere Plattentemperaturen bei der Trocknung zurückgeführt wurde (56).

Extrakte aus Trockenfleisch, das bis zu 12 Monaten gelagert wurde, zeigen folgende Befunde: Stärkere Verminderung des Gehaltes an Extraktivstoffen und an Gesamt-Stickstoff, geringere Abnahme an Asche und an Amino-Stickstoff, ferner geringgradige Zunahme der Phosphor- und Rest-Stickstoff-Anteile sowie der Leitfähigkeit.

Auch für diese Untersuchungen am gelagerten Trockenfleisch stehen nur wenige Arbeiten zur Verfügung, die zum Vergleich herangezogen werden können.

Die beobachtete Abnahme des Gesamt-Stickstoffs in den Extrakten des gelagerten Trockenfleisches konnte auch von anderen Autoren mit noch erheblicheren Verlusten an vakuum- und gefriergetrocknetem Fleisch festgestellt werden (46, 122). Allerdings wird die Abnahme der Löslichkeit des Gesamt-Stickstoffs von der Lagertemperatur, dem pH-Wert und dem Endwassergehalt des Trockenfleisches wesentlich beeinflusst (123).

Die Abnahme in der Löslichkeit des Gesamt-Stickstoffs während der Lage-

ung des vorliegenden Trockenfleisches kann sowohl auf eine Proteindenaturierung (31, 66, 120, 122) als auch auf eine Carbonyl-Amin-Bräunung (42, 122) zurückgeführt werden.

Eine erhebliche Abnahme des Proteinstickstoffs infolge einer starken Verminderung des Gesamt-Stickstoffs bei wenig verändertem Rest-Stickstoff wurde auch bei gefriergetrocknetem, gelagertem Fleisch festgestellt (122).

Der erst nach 8monatiger Lagerung des vorliegenden Trockenfleisches auftretende Verlust an Amino-Stickstoff ist, bei Berücksichtigung der angewandten Lagertemperatur, mit Ergebnissen anderer Autoren ebenfalls in Einklang zu bringen. Die bei der Lagerung gefriergetrockneten Fleisches bei $54,4^{\circ}\text{C}$ bereits nach 21 Tagen gefundene Abnahme freier Aminogruppen (122), konnte bei niedrigeren Lagertemperaturen verzögert werden (123).

Die Abnahme an Amino-Stickstoff ist auf das Auftreten aktiver Carbonyl-Amin-Bräunung zurückzuführen (122). Diese Carbonyl-Amin-Reaktion ist auch mit für die während der Lagerung des Trockenfleisches auftretenden Geschmacksabweichungen verantwortlich zu machen (133).

Auch die Abnahme an Extraktivstoffen bei der Lagerung des Trockenfleisches muß sich nach bisherigen Feststellungen, daß die wasserlöslichen Extraktivstoffe des Fleisches an der Bildung des beim Kochen entstehenden Fleischaromas beteiligt sind (11, 46), auf die Geschmacksbildung gelagerten Trockenfleisches auswirken.

Es sind bereits geringfügige Geschmacksabweichungen bei 2 Monate gelagertem Trockenfleisch festzustellen, die sich im Verlaufe der verlängerten Lagerzeit noch verstärken.

Die Messung der F a r b e der wässerigen Extrakte des vorliegenden Trockenfleisches mittels der Absorptionsspektren ergibt eine gewisse Ähnlichkeit bezüglich der spektralen Charakteristika, Anwesenheit von Oxy- und Metmyoglobin, mit dem Frischfleisch. Doch sind nach dem Trocknen die Oxymyoglobinmaxima etwas schwächer, die Metmyoglobinmaxima dagegen geringfügig stärker ausgebildet. Ferner wird die Absorption bei $412\text{ m}\mu$, die als ein Maß für den Gesamtanteil löslicher Hämatinpigmente angesehen wird (88), erhöht.

Bereits nach 2monatiger Lagerung des Trockenfleisches treten in den

Extrakten Verluste der Oxy-myoglobinmaxima auf, während die Metmyoglobinmaxima in ihrem Ausmaß erhalten bleiben. Nach 4monatiger Lagerzeit sind weder Oxy- noch Metmyoglobin-Charakteristika mehr zu erkennen. Mit dem Verlauf der Lagerzeit des Trockenfleisches erfolgt eine ständige Abnahme der Absorption bei 412 mp.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch andere Autoren bei Absorptionsmessungen an Extrakten von gelagertem, gefriergetrocknetem Fleisch; nur traten die Verluste der spektralen Charakteristika infolge der höheren Lagertemperatur in wesentlich kürzerer Zeit auf (139). Der Grad der Absorptionsabnahme wird von der Lagertemperatur wesentlich beeinflusst (123).

Die Abnahme der spektralen Absorption und der Verlust der spektralen Charakteristika während der Lagerung des Trockenfleisches wird durch das verminderte Löslichwerden der Hämatinpigmente verursacht; dies kann einerseits auf zunehmende Bräunungsreaktion (139), andererseits auf Protein-denaturierung (122) zurückgeführt werden.

Das nach dem modifizierten Vakuumverfahren erhaltene Trockenfleisch zeigt hinsichtlich der papierelektrophoretischen Diagramme der wasserlöslichen Muskelproteine eine wesentliche Übereinstimmung mit dem Frischfleisch. Quantitative Auswertungen der Diagramme ergeben jedoch eine geringe Verschiebung in den Anteilen der Einzelfraktionen.

Mittels freier Elektrophorese durchgeführte Untersuchungen an gefriergetrocknetem Fleisch ließen eine geringe Abnahme der Muskelproteinfraktionen nach dem Trocknen erkennen (56).

In den papierelektrophoretischen Diagrammen gelagerten Trockenfleisches lassen sich die im frisch getrockneten Fleisch vorhandenen Einzelfraktionen nicht mehr feststellen; es treten nur noch mehrere "Bruchstücke" auf.

Dieser Zerfall der Fraktionen während der Lagerung des Trockenfleisches dürfte auf eine Denaturierung des Myogens, die mit dem Auftreten von Spaltprodukten begleitet ist, zurückzuführen sein. Diese Spaltung in mehrere Teile wurde auch bei der Hitzedenaturierung von Proteinen beobachtet (37).

IV. Kritische Betrachtung der Ergebnisse

Das modifizierte Vakuumtrocknungsverfahren, dessen wesentlichste Merkmale die Anwendung niedriger Trocknungstemperaturen, kontinuierliche Evakuierung und zusätzliche Wasserdampfsorption an Trockenmittel sind, erfüllt die Voraussetzung einer weitgehend schonenden Trocknung des Fleisches. Es berechtigte somit zu der Hoffnung, daß nach dieser Methode ein in qualitativer und kommerzieller Hinsicht befriedigendes Trockenfleisch hergestellt werden kann.

Beim T r o c k n e n nach dem vorgenannten Verfahren werden die Eigenschaften des Frischfleisches bezüglich der Farbe und Verdaulichkeit sowie der Anteile der wässerigen Extrakte nur unwesentlich beeinflußt. Denaturierungsvorgänge am Proteinmolekül, erkennbar durch vermindertes Rehydratationsvermögen und pH-Wert-Erhöhung, verhindern jedoch die Rekonstitution zu den Charakteristika des Ausgangsmaterials.

Während der L a g e r u n g des vorliegenden Trockenfleisches erfolgt, unter Berücksichtigung der angewandten Lagerungsbedingungen, eine langsamere Qualitätsminderung als bei Trockenfleisch, das nach anderen Verfahren hergestellt wurde. Der Verderb läßt sich aber infolge der unabdingbaren Eigenschaften des Fleisches als Lebensmittel nicht vermeiden.

Die Verfolgung der wichtigsten chemischen und physikalischen Veränderungen des Fleisches während der modifizierten Vakuumtrocknung und der anschließenden Lagerung läßt erkennen, daß das Trocknungsproblem noch weiterer eingehender Bearbeitung bedarf.

C. Spezieller Teil

I. Herstellung von Trockenfleisch nach einem modifizierten Vakuumverfahren

M a t e r i a l u n d Z u b e r e i t u n g . 5 - 7 Tage abgehängtes Rindfleisch, *M. long. dorsi*, 5- bis 8jähriger Kühe der Handelsklassen B und C, wurde nach Befreiung von anhaftendem Fett und Bindegewebe in Stücken der ungefähren Größe 2,5/2,5/1,5 cm zerkleinert. Zur Trocknung gelangten jeweils 250 g.

D u r c h f ü h r u n g d e r F l e i s c h t r o c k n u n g . Die wesentlichsten Punkte dieses Verfahrens sind: Anwendung niedriger Trocknungstemperaturen und zwar bis etwa 36°C im Fleisch, entsprechend der ungefähren Körpertemperatur der Warmblüter, kontinuierliche Evakuierung und zusätzliche Wasserdampfadsorption an Silikagel.

Der Einfluß der Wasserdampfadsorption an Silikagel auf die Geschwindigkeit der Trocknung wird am besten durch Abbildung 1 veranschaulicht.

Die Entfernung von Silikagel, auch während der späteren Trocknungsstadien führt stets zu einer Verlangsamung des Wasserentzuges.

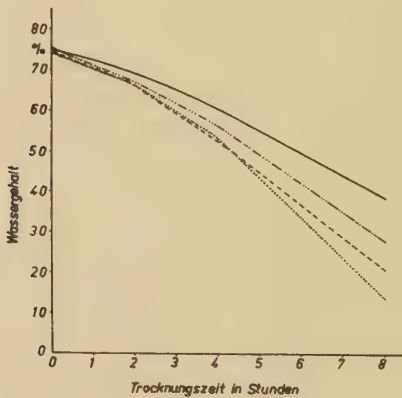


Abb. 1. Einfluß der Wasserdampfadsorption an Silikagel auf die Geschwindigkeit bei 8stündiger Trocknung. Ohne Silikagel —; mit Silikagel, Silikagel nach 2 Std. entfernt -...-; mit Silikagel, Silikagel nach 2 Std. ausgewechselt, nach 4 Std. entfernt ---; mit Silikagel, Silikagel nach 2 und 4 Std. ausgewechselt

Zur Trocknung wurde das Frischfleisch in einen, an der Unterseite mittels elektrischer Heizplatte aufgeheizten Vakuumexsikkator eingebracht und in einer Schicht auf einem 3 cm von der Grundfläche des Exsikkators entfernten Drahteinsatz ausgebreitet. Im oberen Teil des Exsikkators befand sich die mit Silikagel (ca. 650 g) gefüllte Glasschale. Die Evakuierung erfolgte mittels Gasballastpumpe.

Aus Abbildung 2 sind die Temperatur- und Druck-Verhältnisse³⁾ während des Verlaufes der Fleisch Trocknung ersichtlich (Messung mit Thermometer nach Anschütz, bzw. Messung mit Vakoskop nach Gaede).

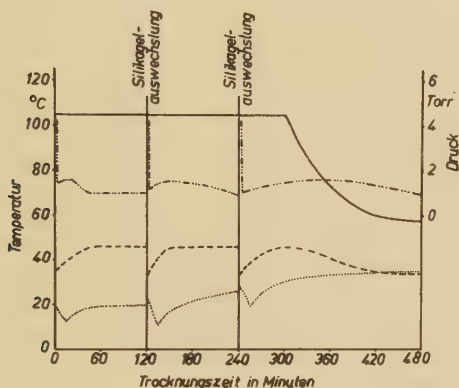


Abb. 2. Temperatur- und Druckverhältnisse während des Trocknungsverlaufes. Temperatur der Heizplatte —; Druck - - - - -; Temperatur im Exsikkator - - - - -; Temperatur im Fleisch

Die Abnahme der Trocknungsgeschwindigkeit mit fortschreitender Trocknungszeit ist aus Tabelle 1 zu ersehen.

³⁾ Bei der Ausarbeitung des Verfahrens sind die Gesetzmäßigkeiten für die einzelnen Teilvorgänge der Trocknung und für deren Zusammenwirken unter den verschiedenartigen Bedingungen (u. a. 41, 71, 84) unberücksichtigt geblieben.

Tabelle 1

Gewichtsverluste während der Trocknung in %

Versuch	Trocknungszeit		8 Stunden
	2 Stunden	4 Stunden	
1	27,7	47,0	69,5
2	32,0	50,2	70,0
3	32,0	53,4	72,5
4	25,3	50,0	74,8
5	28,6	47,8	74,2
6	27,5	48,4	71,0
7	26,1	50,0	72,6
8	26,4	49,7	72,2
9	23,7	45,0	70,2
10	22,2	50,5	71,2
$\bar{x}$	27,2	49,2	71,8
s	$\pm 3,2$	$\pm 2,3$	$\pm 1,8$

Zwischen den Endwassergehalten und den Wasseranteilen des Ausgangsfleisches läßt sich eine schwach signifikante Beziehung⁴⁾ ($r = 0,505$) erkennen, jedoch stehen die Endwasserhalte der Trockenfleischproben mit den Anteilen an lockerem und gebundenem Wasser und den pH-Werten des Frischfleisches in keinem Zusammenhang (Tabelle 2).

Tabelle 2

Beziehung zwischen dem Wassergehalt des Trockenfleisches nach 8stündiger Trocknungszeit und dem Wassergehalt, dem pH-Wert, dem lockeren und dem gebundenen Wasser des Frischfleisches.

Versuch	Wassergehalt %	Frischfleisch			Trockenfleisch Wassergehalt %
		pH-Wert	"Lockeres Wasser" %	"Gebund. Wasser" %	
1	75,71	5,50	61,03	29,51	16,41
2	73,75	5,81	41,58	43,08	12,12
3	77,36	5,56	49,29	39,23	18,75
4	76,36	5,61	30,13	53,33	6,23
5	74,06	5,92	41,04	43,67	3,51
6	73,70	5,54	43,62	41,53	9,32
7	76,77	5,45	37,73	47,80	15,21
8	74,95	5,62	42,86	42,83	9,84
9	74,34	5,65	43,62	48,33	13,61
10	75,06	5,45	45,16	41,17	13,35

Für die Unterschiede in der Höhe der Endwassergehalte dürften vor allem die unübersichtlichen Veränderungen der Schrumpfung des Fleisches während der Trocknung verantwortlich sein.

Die Höhe des Endwassergehaltes des Trockenfleisches gewinnt aber vor allem im Zusammenhang mit dem Schutz vor mikrobiellem Verderb an Bedeutung. Allerdings ist für diesen Schutz weniger der absolute Wassergehalt, als vielmehr die relative Luftfeuchtigkeit bestimmend, mit der sich das Lebensmittel bei dem betreffenden Wassergehalt im Gleichgewicht befindet. Im allgemeinen liegt die obere Grenze für diesen Schutz bei 70 - 75 % relativer Luftfeuchtigkeit (95, 127, 130, 137). Der funktionelle Zusammenhang zwischen der relativen Luftfeuchtigkeit und dem Wassergehalt des Lebensmittels bei der gegebenen Temperatur wird durch die Sorptionsisotherme des Gutes dargestellt (1, 66, 70, 75, 84, 89), wobei es jedoch notwendig ist, diese für jede Substanz erneut empirisch zu ermitteln (71).

Die Sorptionsisotherme des vorliegenden Trockenfleisches (für Trockenfleischwürfel und für im Starmix zerkleinertes Trockenfleisch) ist aus Abbildung 3 zu ersehen. Aus dem gleichen Verlauf der für beide Zerkleinerungsformen des Trockenfleisches erhaltenen Sorptionsisotherme läßt sich erkennen, daß ein echtes Gleichgewicht vorliegt, bei dem die absolut aufgenommenen Wassermengen weitgehend unabhängig von der Probengröße sind (71, 157).

Aus der Sorptionsisotherme ist zu entnehmen, daß eine relative Luftfeuchtigkeit von 70 - 75 % einem absoluten Wassergehalt des vorliegenden Trockenfleisches von etwa 14 - 16 % entspricht. Für die Gewährleistung des Schutzes des Trockenfleisches vor mikrobiellem Verderb ist es also notwendig, das Fleisch stets mindestens bis zu diesem Wassergehalt zu trocknen, ferner durch geeignete Verpackung eine nachträgliche Feuchtigkeitsaufnahme während der Lagerung des Trockenfleisches zu verhindern.

4) Die statistischen Berechnungen erfolgten nach W e b e r (151).
Nachfolgend werden als Abkürzungen verwendet: Mittelwert = $\bar{x}$,
Standardabweichung = $\bar{s}$, Korrelationskoeffizient = r , Differenz = $\bar{d}$.

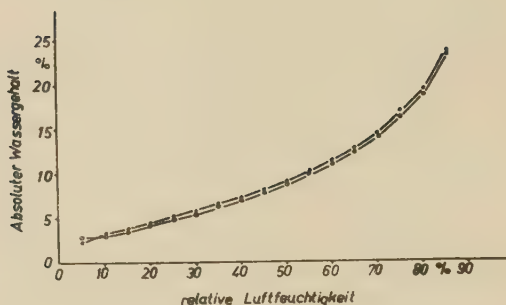


Abb. 3. Sorptionsisotherme des Trockenfleisches. Trockenfleischwürfel o; Trockenfleisch im Star mix zerkleinert •.

II. Eigenschaften des Trockenfleisches, verglichen mit dem Ausgangsmaterial und dem Endprodukt nach verschieden langer Lagerung, untersucht am Gesamtprodukt und in wässrigen Extrakten

Die Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Frischfleisches durch die Trocknung und der Einfluß der Lagerzeit auf die chemischen Bestandteile des Trockenfleisches sind aus den Tabellen 3 mit 7 ersichtlich. Ergänzend sei hierzu folgendes bemerkt:

Beim Vergleich der Zusammensetzung der einzelnen Frischfleisch- und Trockenfleischproben besteht für Wasser ($r = 0,175$), entgegen den Feststellungen aus Tabelle 2 keine signifikante Abhängigkeit. Dasselbe gilt auch für Asche ($r = 0,631$). Dagegen läßt sich für Fett ($r = 0,904$) eine hoch gesicherte und für Eiweiß ($r = 0,728$) eine gesicherte Korrelation feststellen (Tabelle 3).

Die Differenzen der Asche-, Fett- und Eiweißanteile des frischen und getrockneten Fleisches (Mittelwerte) sind nicht signifikant (Tabelle 4).

Es besteht keine gesicherte Korrelation zwischen der Lagerzeit und den entsprechenden Anteilen an Asche ($r = 0,125$), Eiweiß ($r = 0,336$) und Fett ($r = 0,359$) (Tabelle 7).

Tabelle 3
Chemische Zusammensetzung des frischen und des getrockneten Fleisches

Versuch	Wasser		Asche		Fett		Eiweiß	
	Frisch- fleisch	Trocken- fleisch	Frisch- fleisch	Trocken- fleisch	Frisch- fleisch	Trocken- fleisch	Frisch- fleisch	Trocken- fleisch
1	75,14	8,47	1,21	4,56	1,07	4,57	22,73	82,60
2	74,24	6,12	1,20	4,27	1,43	5,24	23,50	84,11
3	75,08	7,45	1,21	4,56	1,76	8,60	21,98	79,59
4	75,29	8,96	1,20	4,34	1,77	5,21	21,42	81,17
5	75,71	6,87	1,22	5,36	1,87	5,20	21,43	82,21
6	73,75	7,39	1,12	4,12	4,37	14,33	20,83	74,08
7	73,44	8,39	1,13	4,22	3,36	9,66	21,65	77,56
8	75,40	13,14	1,15	3,75	1,41	6,72	21,65	75,92
9	74,79	7,51	1,06	4,07	2,23	6,12	22,27	82,54

Tabelle 4

Chemische Zusammensetzung des frischen und des getrockneten Fleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz

Versuch	Asche		Fett		Eiweiß	
	Frisch- fleisch	Trocken- fleisch	Frisch- fleisch	Trocken- fleisch	Frisch- fleisch	Trocken- fleisch
1	4,87	4,98	4,30	4,99	91,43	90,24
2	4,66	4,55	5,55	5,58	91,23	89,59
3	4,86	4,93	7,06	9,29	88,20	86,00
4	4,86	4,77	7,16	5,72	86,69	89,16
5	5,02	5,76	7,70	5,58	88,23	88,27
6	4,27	4,45	16,65	15,47	79,35	79,99
7	4,25	4,61	12,65	10,54	81,51	84,66
8	4,67	4,32	5,73	7,74	88,01	87,41
9	4,20	4,40	8,85	6,62	88,34	89,24
$\bar{x}$	4,63	4,75	8,41	7,95	87,00	87,17
$\bar{d}$	0,12		0,46		0,17	

Tabelle 5

Chemische Zusammensetzung des Trockenfleisches

Anzahl der Proben	Wasser	Asche	Fett	Eiweiß
15	%	%	%	%
$\bar{x}$	9,07	4,36	6,68	79,86
$\bar{s}$	$\pm 2,78$	$\pm 0,43$	$\pm 3,27$	$\pm 3,59$

Tabelle 6

Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Trockenfleisches
während der Lagerung

Versuch	Lagerzeit in Monaten						
	0	2	4	6	8	10	12
Wasser							
1	8,47	6,64	6,83	8,96	6,81	5,86	-
2	6,12	7,03	7,01	8,63	6,77	5,91	5,65
3	7,45	6,22	6,87	10,40	6,19	6,33	7,64
$\bar{x}$	7,35	6,63	6,90	9,33	6,59	6,03	6,65
s	$\pm 1,18$	$\pm 0,41$	$\pm 0,09$	$\pm 0,94$	$\pm 0,35$	$\pm 0,26$	$\pm 1,00$
Asche							
1	4,56	4,12	4,76	4,41	4,30	4,39	-
2	4,27	4,16	4,25	4,45	4,35	4,27	4,61
3	4,56	4,17	4,16	4,31	4,47	4,07	4,17
$\bar{x}$	4,46	4,15	4,39	4,39	4,37	4,24	4,39
s	$\pm 0,17$	$\pm 0,03$	$\pm 0,32$	$\pm 0,07$	$\pm 0,09$	$\pm 0,16$	$\pm 0,31$
Fett							
1	4,57	4,54	4,59	3,61	4,22	4,20	-
2	5,24	6,31	4,96	6,90	6,59	5,01	8,51
3	8,60	9,85	9,24	9,15	9,07	7,96	7,49
$\bar{x}$	6,14	6,90	6,26	6,55	6,63	5,72	8,00
s	$\pm 2,16$	$\pm 2,70$	$\pm 2,58$	$\pm 2,79$	$\pm 2,43$	$\pm 1,98$	$\pm 0,72$
Eiweiß							
1	82,60	84,70	83,75	83,37	84,37	85,80	-
2	84,11	82,55	83,96	80,14	82,54	85,10	81,43
3	79,59	80,06	80,13	75,93	80,27	81,35	80,64
$\bar{x}$	82,10	82,40	82,61	79,81	82,39	84,08	81,04
s	$\pm 2,07$	$\pm 2,32$	$\pm 2,15$	$\pm 3,73$	$\pm 2,05$	$\pm 2,39$	$\pm 0,56$

Tabelle 7

Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Trockenfleisches während der Lagerung, bezogen auf wasserfreie Substanz

Anzahl der Proben 3	Lagerzeit in Monaten						
	0	2	4	6	8	10	12
Asche							
$\bar{x}$ s	4,82 +0,24	4,44 +0,03	4,72 +0,34	4,84 +0,03	4,68 +0,08	4,52 +0,16	4,70 +0,27
Fett							
$\bar{x}$ s	6,62 +2,33	7,38 +2,87	6,73 +2,77	7,24 +3,13	7,09 +2,57	6,09 +2,13	8,57 +0,64
Eiweiß							
$\bar{x}$ s	88,61 +2,28	88,29 +2,71	88,74 +2,35	88,01 +3,43	88,21 +2,50	89,48 +2,30	86,81 +0,71

Der Einfluß der Trocknung auf den pH-Wert des Frischfleisches und der Einfluß der Lagerzeit auf den pH-Wert des Trockenproduktes ist aus den Ergebnissen der Tabellen 8 und 9 zu ersehen.

Die Korrelation zwischen den pH-Werten der einzelnen Frischfleisch- und Trockenfleischproben ist nicht gesichert ($r = 0,166$). Dagegen ist die Differenz der mittleren pH-Werte hoch signifikant (Tabelle 8).

Die pH-Werte des Trockenfleisches während der Lagerung lassen keine gesicherte Korrelation zu den einzelnen Lagerzeiten erkennen ($r = 0,555$), (Tabelle 9).

Tabelle 8

pH-Werte des frischen und des getrockneten Fleisches

Versuch	pH-Wert	
	Frischfleisch	Trockenfleisch
1	5,40	6,07
2	5,56	6,21
3	5,50	6,29
4	5,42	6,45
5	5,50	6,19
6	5,81	6,42
7	5,22	6,41
8	5,39	6,21
9	5,31	6,21
$\bar{x}$	5,46	6,27
$\bar{d}$	0,81	

Tabelle 9

Veränderung der pH-Werte des Trockenfleisches während der Lagerung

Versuch	Lagerzeit in Monaten						
	0	2	4	6	8	10	12
1	6,07	6,41	6,12	6,21	6,24	6,17	-
2	6,21	6,20	6,08	6,17	6,17	6,14	6,01
3	6,29	6,25	6,02	6,05	6,09	6,10	6,15
$\bar{x}$	6,19	6,29	6,07	6,14	6,17	6,14	6,08
$\bar{s}$	$\pm 0,11$	$\pm 0,11$	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$	$\pm 0,08$	$\pm 0,04$	$\pm 0,10$

Die Remissionspektren von Frischfleisch, frisch hergestelltem Trockenfleisch und gelagertem Trockenfleisch sind aus der Abbildung 4 ersichtlich.

Die Auswertung der Kurven erfolgte nach den für Muskelfarbstoffe angegebenen spektralen Charakteristika (18, 79, 129, 141).

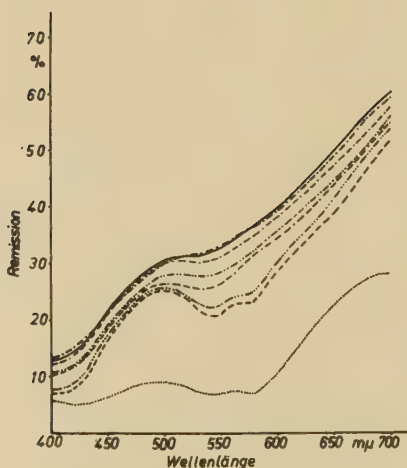


Abb. 4. Remissionspektren von Frischfleisch und Trockenfleisch. Frischfleisch; Trockenfleisch, frisch hergestellt ----; Trockenfleisch 2 Monate gelagert -.-.-; Trockenfleisch 4 Monate gelagert ---.---; Trockenfleisch 6 Monate gelagert -.-.; Trockenfleisch 8 Monate gelagert --.---; Trockenfleisch 10 Monate gelagert ———; Trockenfleisch 12 Monate gelagert -.-.-.

Die V e r d a u l i c h k e i t des Frisch- und Trockenfleisches sowie des gelagerten Trockenfleisches in Pepsin-Salzsäure ist aus den Tabellen 10 und 11 zu ersehen.

"Löslichkeit" und "Peptidabbau" des gelagerten Trockenfleisches nach 4stündiger Verdauung ($r = 0,305$, bzw. $r = 0,684$) und nach 24stündiger Verdauung ($r = 0,486$, bzw. $r = 0,623$) zeigen keine Abhängigkeit mit dem Verlauf der Lagerung (Tabellen 10 und 11).

Tabelle 10
Verdaulichkeit des Frischfleisches und des Trockenfleisches
In Lösung gegangener Stickstoff in % des Gesamtstickstoffs
bezogen auf wasserfreie Substanz

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch									
		Lagerzeit in Monaten									
		0	2	4	6	8	10	12			
Dauer der Verdauung 4 Stunden											
1	81,50	95,13	100,06	99,67	87,54	96,83	96,59	-			
2	94,89	94,99	99,93	100,20	97,04	95,93	96,92	95,01			
3	80,53	98,15	100,00	100,33	91,85	95,91	97,89	96,36			
$\bar{x}$	85,64	96,09	100,00	100,07	92,14	96,22	97,13	95,69			
s	$\pm 8,03$	$\pm 1,79$	$\pm 0,07$	$\pm 0,35$	$\pm 4,76$	$\pm 0,53$	$\pm 0,68$	$\pm 0,96$			
Dauer der Verdauung 24 Stunden											
1	96,86	99,08	100,06	98,48	91,15	99,74	98,49	-			
2	96,38	98,62	100,13	100,13	97,04	96,46	100,20	95,17			
3	99,93	98,15	100,00	100,06	99,20	96,44	98,62	96,20			
$\bar{x}$	97,72	98,62	100,06	99,56	95,79	97,55	99,10	95,69			
s	$\pm 1,93$	$\pm 0,47$	$\pm 0,07$	$\pm 0,93$	$\pm 4,17$	$\pm 1,90$	$\pm 0,95$	$\pm 0,52$			

Tabelle 11

Verdaulichkeit des Frischfleisches und des Trockenfleisches
Rest-Stickstoff in % des in Lösung gegangenen Stickstoffs
bezogen auf wasserfreie Substanz

Versuch	Frischfleisch		Trockenfleisch							
	0	2	4	6	8	10	12			
Dauer der Verdauung 4 Stunden										
1	71,05	74,26	43,54	45,19	43,90	29,16	31,77			
2	49,52	50,94	44,48	42,12	38,56	28,66	29,64			
3	50,33	45,97	43,41	44,65	43,58	42,12	44,03			
$\bar{x}$	56,97	57,06	43,81	43,99	42,01	33,31	35,15	43,61		
s	$\pm 12,20$	$\pm 15,10$	$\pm 0,58$	$\pm 1,64$	$\pm 2,99$	$\pm 7,63$	$\pm 7,77$	$\pm 3,18$		
Dauer der Verdauung 24 Stunden										
1	88,12	85,45	66,49	69,04	71,15	54,96	60,72			
2	73,40	73,46	67,41	65,84	69,04	51,63	64,14			
3	72,35	72,92	68,52	69,24	65,13	66,74	66,41			
$\bar{x}$	77,96	77,28	67,47	68,04	68,44	57,78	63,76	67,44		
s	$\pm 8,82$	$\pm 7,08$	$\pm 1,02$	$\pm 1,91$	$\pm 3,06$	$\pm 7,94$	$\pm 2,86$	$\pm 0,70$		

Zur Bestimmung des Rehydrationsvermögens des Trockenfleisches wurden neben den Gewichts-, bzw. Volumenzunahmen die Anteile an Gesamtwasser und an „lockerem“ und „gebundenem“ Wasser, sowie der pH-Wert ermittelt. Der mit der Rehydratation des Trockenfleisches verbundene Austritt an wasserlöslichen Bestandteilen in die Rehydratationsflüssigkeiten wurde durch Bestimmung der Anteile an Extraktivstoffen, an Gesamt-Stickstoff, an Rest-Stickstoff und an Asche ermittelt.

Der Verlauf der Rehydratation des vorliegenden Trockenfleisches und der Einfluß von Lagerzeit, Oberflächenvergrößerung, Temperatur, Vakuum, Rest-Feuchtigkeit, Trockenfleisch : Rehydratationsflüssigkeit, pH, und Salzzusatz ist aus den Tabellen 12 mit 19 zu ersehen.

Tabelle 12

Rehydratation von frisch hergestelltem Trockenfleisch und 12 Monate gelagertem Trockenfleisch

Rehydrat.-zeit	Trockenfleisch, nach der Rehydratation				Rehydratationsflüssigkeit						
	pH	Gewichts- zunahme %	Volumen- zunahme %	Wasser- gehalt %	"Lockeres Wasser" %	"Gebundenes Wasser" %	pH	Extraktiv- stoffe %	Asche %	N %	Rest-N %
Trockenfleisch, frisch											
0	6,25			9,23			5,62				
20 Min.	6,15	80,24	54,29	53,02	0	53,02	5,32	4,80	1,18	0,55	0,34
40 Min.	5,48	63,94	42,48	46,99	2,55	45,79	5,37	6,19	1,26	0,65	0,40
1 Std.	5,46	67,91	36,77	45,47	0	45,47	5,42	6,40	1,42	0,74	0,44
2 Std.	5,41	90,14	50,26	53,68	6,83	50,01	5,35	8,19	1,53	1,09	0,64
4 Std.	5,40	95,70	59,31	56,88	7,68	52,51	5,32	11,33	2,53	1,45	0,81
6 Std.	5,05	107,73	73,31	60,76	18,76	49,36	5,29	14,08	3,00	1,70	1,00
14 Std.	5,50	132,00	76,47	67,38	32,41	51,89	5,22	21,38	4,22	2,65	1,49
24 Std.	5,48	120,76	52,18	68,33	31,61	46,73	5,25	22,15	4,00	2,78	1,44
Trockenfleisch, 12 Monate gelagert											
0	6,21			7,98			5,52				
40 Min.	5,68	43,88	27,81	37,61	0	37,61	5,61	3,83	1,02	0,48	0,33
1 Std.	5,50	58,84	45,30	43,18	9,27	39,17	5,45	4,19	1,45	0,47	0,38
2 Std.	5,10	72,35	47,02	47,68	14,34	40,83	5,41	6,76	1,98	0,69	0,54
4 Std.	5,85	85,54	56,72	52,62	25,65	39,13	5,60	9,80	2,76	1,00	0,85
6 Std.	5,35	94,07	69,19	57,35	22,96	44,18	5,38	11,16	3,02	1,40	0,89
14 Std.	5,13	113,32	70,17	62,52	36,19	39,90	5,48	15,54	3,74	1,59	1,23
24 Std.	5,55	114,21	70,94	64,44	46,61	34,40	5,43	16,72	3,93	1,62	1,21

Tabelle 13

Rehydratation von Trockenfleisch
Einfluß der Oberflächenvergrößerung des Trockenfleisches

Rehydrat.-zeit	Trockenfleisch, nach der Rehydratation				Rehydratationsflüssigkeit						
	pH	Gewichts- zunahme %	Volumen- zunahme %	Wasser- gehalt %	"Lockeres Wasser" %	"Gebundenes Wasser" %	pH	Extraktiv- stoffe %	Asche %	N %	Rest-N %
Trockenfleischwürfel											
0	6,25			9,23	0	53,02	5,62	4,80	1,18	0,55	0,34
20 Min.	6,15	80,24	54,29	53,02	2,55	45,79	5,32	6,19	1,26	0,65	0,40
40 Min.	5,48	63,94	42,48	46,99	0	45,47	5,37	6,40	1,42	0,74	0,44
1 Std.	5,46	67,91	36,77	45,47	6,83	50,01	5,35	8,19	1,53	1,09	0,64
2 Std.	5,41	90,14	50,26	53,68	7,68	52,51	5,32	11,33	2,53	1,45	0,81
4 Std.	5,40	95,70	59,31	56,88	18,76	49,36	5,29	14,08	3,00	1,70	1,00
6 Std.	5,05	107,73	73,31	60,76	32,41	51,89	5,22	21,38	4,22	2,65	1,49
14 Std.	5,50	132,00	76,47	67,38	31,61	46,73	5,25	22,15	4,00	2,78	1,44
24 Std.	5,48	120,76	52,18	68,33							
Trockenfleischwürfel, geviertelt											
20 Min.	5,60	113,66	88,76	62,54	19,35	50,44	5,39	8,73	2,83	1,01	0,58
40 Min.	5,52	113,58	92,86	59,96	28,96	42,59	5,41	11,03	2,51	1,33	0,68
1 Std.	5,41	119,76	101,56	62,06	33,09	41,53	5,40	11,17	2,24	1,37	0,85
2 Std.	5,49	139,14	109,72	68,25	30,62	47,35	5,38	17,58	3,01	2,30	1,10
4 Std.	5,30	141,52	127,99	68,08	49,79	34,18	5,32	20,54	3,78	2,64	1,33
6 Std.	5,08	155,60	132,20	70,28	45,72	38,15	5,30	22,74	3,88	2,87	1,34
14 Std.	5,48	140,78	122,17	70,33	50,71	34,66	5,25	26,64	4,27	3,52	1,59
24 Std.	5,39	134,67	105,22	69,79	56,12	30,62	5,30	27,53	4,00	3,67	1,61

Tabelle 14

Rehydratation von Trockenfleisch
Einfluß der Temperatur der Rehydratationsflüssigkeit

Rehydrat.-zeit	Trockenfleisch, nach der Rehydratation					Rehydratationsflüssigkeit					
	pH	Gewichts-zunahme %	Volumen-zunahme %	Wasser-gehalt %	"Lockeres Wasser" %	"Gebundenes Wasser" %	pH	Extraktivstoffe %	Asche %	N %	Rest-N %
Temperatur +4 °C											
0	6,00			5,46	0	34,02	5,62	3,53	0,80	0,43	0,20
20 Min.	5,45	40,06	29,93	34,02	0	38,48	5,20	4,10	0,84	0,43	0,29
40 Min.	6,31	44,32	29,21	38,48			5,37	4,99	1,29	0,56	0,35
1 Std.	6,11	53,89	33,51	41,27	13,97	35,50	5,31	6,92	1,83	0,74	0,48
2 Std.	5,56	67,84	51,76	44,02	10,53	39,39	5,31		2,52	1,13	0,73
4 Std.	5,48	92,97	51,87	52,78	16,99	43,81	5,32	10,73	2,79	1,21	0,78
6 Std.	5,49	96,60	61,67	56,16	32,82	37,72	5,38	15,28	3,14	1,87	1,04
14 Std.	5,58	117,32	67,43	62,99	30,96	43,49	5,31	19,51	3,78	2,46	1,24
24 Std.	5,62	117,34	81,80	63,30	25,22	47,33					
Temperatur +37 °C											
20 Min.	5,70	37,80	19,34	34,84	0	34,84	5,20	3,77	0,89	0,40	0,22
40 Min.	6,21	56,41	34,46	41,72	1,20	41,22	5,40	5,33	1,41	0,57	0,37
1 Std.	6,14	70,87	49,37	45,48	11,95	40,05	5,39	7,15	1,82	0,80	0,48
2 Std.	5,50	81,71	54,38	47,90	6,89	44,60	5,35	10,59	2,64	1,26	0,76
4 Std.	5,78	102,84	55,86	61,06	27,30	44,39	5,38	14,78	3,28	1,77	1,00
6 Std.	5,62	100,93	60,00	61,09	34,76	39,86	5,33	15,66	3,68	1,89	1,10
14 Std.	5,45	104,39	71,23	61,25	46,15	32,98	5,32	20,03	4,07	2,46	1,51
24 Std.	5,79	92,09	63,00	60,52	53,10	28,39	5,42	20,44	3,98	2,44	1,53
Kochtemperatur											
20 Min.	5,68	100,40	-	55,79	44,99	30,69	5,68	4,28	1,22	0,39	0,36
40 Min.	5,69	96,40	-	52,50	67,94	16,83	5,85	5,91	1,78	0,54	0,51
1 Std.	5,75	95,32	-	56,96	59,52	23,06	5,82	7,73	2,42	0,76	0,70
2 Std.	5,81	91,77	-	56,26	40,88	33,26	5,78	10,64	3,17	1,14	1,13

Tabelle 15
Rehydratation von Trockenfleisch
Einfluß von Vakuum

Druck	Trockenfleisch, nach der Rehydratation					Rehydratationsflüssigkeit					
	pH	Gewichts- zunahme %	Volumen- zunahme %	Wasser- gehalt %	„Lockeres Wasser“ %	„Gebundenes Wasser“ %	pH	Extraktiv- stoffe %	Asche %	N %	Rest-N %
Rehydrationszeit: 1 Stunde											
Atmosphären- druck	5,76	56,89	56,94	40,46	0	40,50	5,56	5,05	1,24	0,59	0,35
Vakuum (3 Torr)	5,76	122,92	-	60,75	36,12	38,90	5,71	4,50	1,09	0,48	0,31
Rehydrationszeit: 6 Stunden											
Atmosphären- druck	5,75	110,41	90,17	62,04	39,30	37,72	5,52	10,99	2,39	1,23	0,76
Vakuum (3 Torr)	5,45	168,19	-	68,75	50,81	33,90	5,60	8,92	2,04	0,97	0,64

Tabelle 16
Rehydratation von Trockenfleisch
Einfluß verschiedener Restfeuchtigkeiten des Trockenfleisches

Rest- feuchtig- keiten des Trocken- fleisches	Trockenfleisch, nach der Rehydratation				Rehydratationsflüssigkeit						
	pH	Gewichts- zunahme %	Volumen- zunahme %	Wasser- gehalt %	"Lockerer Wasser" %	"Gebundenes Wasser" %	pH	Extraktiv- stoffe %	Asche %	N %	Rest-N %
Rehydratationszeit: 1 Stunde											
54,93	5,55	12,51	9,49	61,49	17,43	50,81	5,70	2,99	0,70	0,35	0,25
44,01	5,30	12,00	15,25	61,02	12,42	53,52	5,65	3,15	0,71	0,37	0,27
35,78	5,15	23,59	22,99	51,80	10,50	46,40	5,65	4,13	1,14	0,47	0,30
25,44	5,55	33,55	30,64	43,94	1,14	43,41	5,70	4,52	1,14	0,53	0,34
13,60	5,10	64,44	66,27	40,12	8,20	36,80	5,60	5,51	1,06	0,63	0,40
11,78	5,60	65,74	44,47	46,34	4,10	44,44	5,64	5,01	1,23	0,52	0,36
9,70	4,85	42,12	43,96	34,52	0	34,50	5,47	4,45	0,88	0,45	0,31
7,61	5,76	56,89	56,94	40,46	0	40,50	5,56	5,05	1,24	0,59	0,35
5,95	4,95	65,17	58,13	45,24	0	45,22	5,64	5,56	1,17	0,57	0,37
3,63	5,34	40,16	25,54	43,35	0	43,33	5,65	3,66	0,83	0,40	0,26
Rehydratationszeit: 6 Stunden											
54,93	4,95	25,17	31,93	65,80	36,60	41,72	5,75	6,01	1,54	0,65	0,40
44,01	5,60	36,74	39,16	66,03	39,91	42,32	5,65	7,56	1,90	0,79	0,54
35,78	5,90	43,52	42,22	60,11	25,54	45,53	5,65	7,65	2,08	0,80	0,54
25,44	5,44	78,57	69,77	62,15	40,44	37,04	5,72	10,88	2,54	1,12	0,67
13,60	5,65	86,82	68,07	58,52	23,80	44,43	5,64	9,73	2,29	1,08	0,70
11,78	5,80	82,20	69,87	56,08	34,12	36,92	5,50	11,57	2,52	1,38	0,59
9,70	5,16	87,16	95,16	57,24	23,64	43,71	5,38	10,61	2,51	1,21	0,78
7,61	5,75	110,41	90,17	62,04	39,33	37,72	5,52	10,99	2,39	1,23	0,76
5,95	5,05	117,08	76,86	57,91	31,81	39,50	5,60	10,89	2,62	1,20	0,71
3,63	5,85	94,55	78,57	56,78	16,02	48,51	5,61	10,69	2,30	1,18	0,79

Tabelle 17
Rehydratation von Trockenfleisch
Einfluß des Verhältnisses Trockenfleisch : Rehydratationsflüssigkeit

Verhältnis Trockenfleisch : Rehydratations- flüssigkeit	Trockenfleisch, nach der Rehydratation					Rehydratationsflüssigkeit				
	pH	Gewichts- zunahme %	Wasser- gehalt %	"Lockeres "Wasser" %	"Gebundenes "Wasser" %	pH	Extraktiv- stoffe %	Asche %	N %	Rest-N %
0,5 : 10	5,80	49,84	38,44	0	38,44	5,32	5,62	1,56	0,68	0,42
1 : 10	5,52	83,80	53,94	2,90	52,37	5,42	5,76	1,52	0,67	0,48
2 : 10	5,79	61,09	41,92	4,53	40,02	5,28	3,99	1,08	0,49	0,33
3 : 10	5,35	72,88	45,64	0	45,64	5,45	4,21	0,96	0,53	0,31
4 : 10	5,60	74,56	41,95	12,95	36,52	5,39	3,84	1,06	0,49	0,29
5 : 10	5,52	79,83	41,82	1,99	40,99	5,40	3,52	0,78	0,42	0,25
6 : 10	5,55	63,57	44,63	5,08	42,36	5,35	3,58	0,74	0,35	0,20
7 : 10	5,52	72,13	48,63	0	48,63	5,30	2,05	0,38	0,32	0,17

Tabelle 18

Rehydratation von Trockenfleisch
Einfluß des pH-Wertes der Rehydrationsflüssigkeit

pH-Wert der Rehydrat.- Flüssigkeit	Trockenfleisch, nach der Rehydratation				pH	Rehydrationsflüssigkeit			
	Gewichts- zunahme %	Volumen- zunahme %	Wasser- gehalt %	"Lockerer Wasser" %		Gebundenes Wasser" %	Extraktiv- stoffe %	Asche %	N %
Rehydrationszeit: 1 Stunde									
2,0	82,82	60,79	51,65	30,24	3,72	5,76	1,13	0,66	0,37
3,0	72,07	51,99	51,04	7,84	5,08	5,86	1,25	0,58	0,33
4,0	61,78	41,45	44,55	4,26	5,58	6,36	1,56	0,54	0,38
5,0	49,96	33,63	43,28	0	5,52	4,59	0,84	0,53	0,34
6,0	47,50	32,23	37,27	0	5,48	4,29	0,92	0,54	0,37
7,0	50,51	39,18	39,74	0	5,50	5,56	1,17	0,65	0,42
8,0	48,36	29,45	38,14	15,12	5,62	4,92	1,21	0,50	0,40
9,0	52,16	34,17	41,71	0	5,65	4,63	1,09	0,56	0,43
Rehydrationszeit: 6 Stunden									
2,0	104,32	62,54	60,76	32,09	4,50	9,92	2,22	1,26	0,75
3,0	106,43	59,86	56,13	17,82	5,40	11,62	2,57	1,48	0,84
4,0	123,80	72,01	66,63	35,57	5,51	14,83	3,18	1,80	0,99
5,0	88,54	46,76	55,60	11,03	5,45	11,03	2,93	1,44	0,83
6,0	88,86	52,50	56,05	17,84	5,54	11,18	2,71	1,37	0,85
7,0	98,84	62,82	57,94	25,72	5,60	12,65	3,06	1,52	0,88
8,0	98,48	57,52	59,87	14,36	5,55	12,66	2,91	1,60	0,96
9,0	103,02	53,41	57,61	11,86	5,70	11,74	2,84	1,41	0,94

Tabelle
Rehydratation von
Einfluß verschiedener Salzzusätze

Salzzusätze zu den Rehydrat.- Flüssigkeiten	Trockenfleisch, nach der Rehydratation				
	pH	Gewichts- zunahme %	Volumen- zunahme %	Wasser- gehalt %	„Locke- Wasser“ %
Rehydratationszeit 24 Stunden					
H ₂ O	5,32	52,04	40,90	42,35	0,1
0,15 % NaCl	5,62	70,69	39,67	52,82	3,6
0,30 % NaCl	5,15	50,92	36,08	43,21	1,1
0,45 % NaCl	5,15	53,92	40,15	46,18	0,1
0,075% Na ₅ P ₃ O ₁₀	5,38	60,18	33,44	50,12	5,1
0,075% Na-citrat	5,55	54,67	37,88	43,41	18,1
0,075% Na ₅ P ₃ O ₁₀ + 0,30% NaCl	5,72	58,66	34,96	46,31	10,1
0,075% Na-citrat + 0,30% NaCl	5,43	50,49	43,87	48,39	19,1
Rehydratationszeit 48 Stunden					
H ₂ O	5,00	86,23	58,33	56,75	28,1
0,15 % NaCl	5,42	93,00	44,82	61,41	20,1
0,30 % NaCl	5,34	98,19	72,02	61,18	32,1
0,45 % NaCl	5,38	86,85	53,83	57,61	20,1
0,075% Na ₅ P ₃ O ₁₀	5,56	85,45	45,14	58,03	36,1
0,075% Na-citrat	5,71	93,12	61,05	59,20	33,1
0,075% Na ₅ P ₃ O ₁₀ + 0,30% NaCl	5,60	107,87	68,98	60,98	42,1
0,075% Na-citrat + 0,30% NaCl	5,52	86,15	54,86	58,60	32,1

x) Nach Abzug der Blindwerte der Salzlösungen

lle 19

n Trockenfleisch
zu den Rehydratationsflüssigkeiten

ation eres er"	„Gebundenes Wasser“ %	pH	Rehydratationsflüssigkeit			
			Extraktiv- ^{x)} stoffe %	Asche ^{x)} %	N %	Rest-N %

Zeit: 1 Stunde

31	42,22	5,62	5,89	1,80	0,58	0,57
50	50,92	5,50	6,66	1,18	0,65	0,59
93	42,38	5,41	5,42	0,89	0,54	0,54
	46,18	5,51	5,64	1,28	0,60	0,58
49	47,52	6,08	6,24	1,34	0,59	0,41
47	35,18	5,72	6,16	1,82	0,57	0,40
22	41,58	6,05	6,22	1,33	0,62	0,40
31	38,76	5,80	5,80	1,30	0,62	0,43

Zeit: 6 Stunden

78	40,42	5,45	12,80	3,01	0,82	0,48
55	48,91	5,47	12,86	2,33	1,34	0,73
42	41,35	5,40	15,11	2,66	1,62	0,91
37	45,88	5,49	13,29	2,52	1,46	0,82
02	37,13	5,61	12,35	2,83	1,51	1,25
60	39,37	5,60	13,77	3,19	1,58	0,95
51	35,18	5,80	14,87	2,74	1,71	0,96
55	39,47	5,81	12,06	2,45	1,31	0,90

Die Leitfähigkeit sowie die Anteile an Extraktivstoffen, an Asche, Phosphor, Gesamtstickstoff, Reststickstoff und Aminostickstoff in wässerigen Extrakten von Frischfleisch, frisch hergestelltem und gelagertem Trockenfleisch sind aus den Tabellen 20 mit 28 zu ersehen.

Die Leitfähigkeitsergebnisse gelagerter Trockenfleischproben zeigen keinen Zusammenhang mit den entsprechenden Lagerzeiten ($r = 0,182$) (Tabelle 20). Die Feststellung, daß eine beinahe lineare Beziehung zwischen der Leitfähigkeit des wässerigen Trockenfleischextraktes und dem säurelöslichen Phosphor besteht (15), konnte in diesen Untersuchungen nach dem Korrelationskoeffizienten ($r = 0,876$) für wasserlöslichen Phosphor (Tabelle 23) bestätigt werden. Eine Beziehung zwischen der Leitfähigkeit des Extraktes und dem Reststickstoff in % des Gesamtstickstoffs (15) konnte bei Extrakten aus Frischfleisch, frisch hergestelltem und gelagertem Trockenfleisch (Tabelle 27) nicht ermittelt werden ($r = 0,465$). Die Anwendung der Leitfähigkeit als Routinetest zur Feststellung eines Mangels an in Trichloressigsäure löslichen Extraktivstoffen (96) könnte nach vorliegenden Untersuchungen nicht angewandt werden.

Zwischen dem Verlust an Extraktivstoffen und der Lagerzeit des Trockenfleisches besteht eine hoch gesicherte Beziehung ($r = 0,986$) (Tabelle 21). Zwischen den Extraktivstoffen und dem löslichen Gesamtstickstoff bei Frisch- und Trockenfleisch und gelagertem Trockenfleisch (Tabelle 24) ($r = 0,976$) läßt sich ein hoch gesicherter Zusammenhang, zwischen den Extraktivstoffen und den Ascheanteilen (Tabelle 22) nur eine schwach signifikante Beziehung ($r = 0,790$) feststellen.

Die Abnahme der Aschewerte im Verhältnis zur Lagerzeit läßt bei dem Korrelationskoeffizienten 0,567 keine Beziehung erkennen (Tabelle 22).

Die Phosphoranteile zeigen ebenfalls keine Beziehung zur Lagerzeit ($r = 0,035$) (Tabelle 23).

Der Zusammenhang zwischen der Abnahme an Gesamtlöslichem Stickstoff während der Lagerung des Trockenfleisches und den entsprechenden Lagerzeiten ist hoch gesichert ($r = 0,951$) (Tabelle 24).

Zwischen dem Reststickstoffgehalt gelagerter Trockenfleischproben und der Lagerzeit besteht keine Beziehung ($r = 0,044$) (Tabelle 25). Die Beziehung zwischen der Abnahme an Gesamtlöslichem Stickstoff und an Proteinstickstoff während der Lagerung ist dagegen hoch gesichert ($r = 0,988$).

Der Korrelationskoeffizient 0,859 läßt eine schwach signifikante Beziehung zwischen der Abnahme an Aminostickstoff im Trockenfleisch während der Lagerung und den entsprechenden Lagerzeiten erkennen (Tabelle 26).

Eine Zusammenstellung aller Befunde an den wässerigen Extrakten geben die Tabellen 27 und 28 wieder.

Tabelle 20

Leitfähigkeit der wässrigen Extrakte des Frischfleisches und des Trockenfleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz
in $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch							
		Lagerzeit in Monaten							
		0	2	4	6	8	10	12	
1	$22,65 \cdot 10^{-4}$	$19,20 \cdot 10^{-4}$	$20,05 \cdot 10^{-4}$	$20,03 \cdot 10^{-4}$	$20,23 \cdot 10^{-4}$	$19,45 \cdot 10^{-4}$	$18,78 \cdot 10^{-4}$	-	
2	$22,63 \cdot 10^{-4}$	$19,00 \cdot 10^{-4}$	$20,55 \cdot 10^{-4}$	$19,81 \cdot 10^{-4}$	$20,36 \cdot 10^{-4}$	$19,45 \cdot 10^{-4}$	$19,27 \cdot 10^{-4}$	$19,52 \cdot 10^{-4}$	
3	$22,67 \cdot 10^{-4}$	$19,10 \cdot 10^{-4}$	$20,29 \cdot 10^{-4}$	$19,47 \cdot 10^{-4}$	$19,98 \cdot 10^{-4}$	$18,90 \cdot 10^{-4}$	$20,57 \cdot 10^{-4}$	$19,32 \cdot 10^{-4}$	
$\bar{x}$	$22,65 \cdot 10^{-4}$	$19,10 \cdot 10^{-4}$	$20,30 \cdot 10^{-4}$	$19,77 \cdot 10^{-4}$	$20,19 \cdot 10^{-4}$	$19,27 \cdot 10^{-4}$	$19,54 \cdot 10^{-4}$	$19,42 \cdot 10^{-4}$	
s	$\pm 0,02$	$\pm 0,10$	$\pm 0,25$	$\pm 0,28$	$\pm 0,19$	$\pm 0,32$	$\pm 0,93$	$\pm 0,14$	

Tabelle 21
Wasserlösliche Extraktivstoffe des Frischfleisches und des Trockenfleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz
in %

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch									
		Lagerzeit in Monaten									
		0	2	4	6	8	10	12			
1	32,74	29,55	27,50	25,81	24,09	22,97	21,54				
2	28,96	28,14	27,16	24,58	22,66	21,50	21,26	21,22			
3	27,93	26,30	25,75	26,94	22,76	21,31	21,04	19,37			
$\bar{x}$	29,88	28,00	26,80	25,78	23,17	21,93	21,28	20,30			
$\pm s$	$\pm 2,53$	$\pm 1,83$	$\pm 0,93$	$\pm 1,18$	$\pm 0,80$	$\pm 0,91$	$\pm 0,25$	$\pm 1,31$			

Tabelle 22

Wasserlösliche Asche des Frischfleisches und des Trockenfleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz
in %

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch									
		Lagerzeit in Monaten									
		0	2	4	6	8	10	12			
1	4,87	4,70	4,33	4,48	4,17	4,01	3,93				
2	4,43	4,28	4,27	4,30	4,28	4,09	3,92				
3	4,37	3,86	4,04	4,07	2,25	3,92	3,84				
$\bar{x}$	4,56	4,28	4,21	4,28	3,57	4,01	3,90	3,95			
s	$\pm 0,27$	$\pm 0,42$	$\pm 0,15$	$\pm 0,21$	$\pm 1,14$	$\pm 0,09$	$\pm 0,05$	$\pm 0,01$			

Tabelle 23

Wasserlöslicher Gesamt-Phosphor des Frischfleisches und des Trockenfleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz
in %

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch									
		Lagerzeit in Monaten									
		0	2	4	6	8	10	12			
1	0,59	0,54	0,53	0,55	0,58	0,53	0,53	0,53			
2	0,61	0,56	0,57	0,56	0,56	0,53	0,55	0,54			
3	0,67	0,57	0,55	0,62	0,58	0,57	0,58	0,58			
Σ 3	0,62 +0,04	0,56 +0,02	0,55 +0,02	0,58 +0,04	0,57 +0,01	0,54 +0,02	0,55 +0,03	0,56 +0,03			

Tabelle 24
Wasserlöslicher Gesamt-Stickstoff des Frischfleisches und des Trockenfleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz
in %

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch									
		Lagerzeit in Monaten									
		0	2	4	6	8	10	12			
1	4,06	3,88	3,55	3,42	2,89	2,79	2,77				
2	3,53	3,82	3,60	3,17	2,73	2,70	2,83				
3	3,53	3,46	3,40	3,41	2,76	2,65	2,75				
$\bar{x} \pm s$	3,71 +0,31	3,72 +0,23	3,52 +0,10	3,33 +0,14	2,79 +0,09	2,71 +0,07	2,78 +0,04	2,51 +0,33			

Tabelle 25
Wasserlöslicher Rest-Stickstoff des Frischfleisches und des Trockenfleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz
in %

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch									
		Lagerzeit in Monaten									
		0	2	4	6	8	10	12			
1	1,57	1,42	1,49	1,70	1,60	1,43	1,55	-			
2	1,63	1,46	1,62	1,69	1,46	1,35	1,67	1,45			
3	1,73	1,53	1,57	1,68	1,65	1,46	1,57	1,58			
$\bar{x} \pm s$	1,64 $\pm 0,08$	1,47 $\pm 0,06$	1,56 $\pm 0,07$	1,69 $\pm 0,01$	1,57 $\pm 0,10$	1,41 $\pm 0,06$	1,60 $\pm 0,06$	1,52 $\pm 0,07$			

Tabelle 26
Wasserlöslicher Amino-Stickstoff des Frischfleisches und des Trockenfleisches
bezogen auf wasserfreie Substanz
in %

Versuch	Frischfleisch	Trockenfleisch								
		Lagerzeit in Monaten								
		0	2	4	6	8	10	12		
1	0,44	0,40	0,40	0,39	0,40	0,39	0,38	-		
2	0,39	0,38	0,43	0,40	0,39	0,36	0,37	0,37		
3	0,40	0,41	0,38	0,41	0,40	0,38	0,38	0,39		
$\bar{x}$	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,38	0,38	0,38		
s	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$		

Tabelle 27

Stickstoff-Fractionen der Extrakte von Frischfleisch und Trockenfleisch in % des Gesamtstickstoffs bezogen auf wasserfreie Substanz

Anzahl der Proben 3	Frischfleisch	Trockenfleisch Lagerzeit in Monaten						Gesamt-Stickstoff	
		0	2	4	6	8	10		
$\bar{x}$ $\pm s$	25,55 $\pm 1,85$	26,25 $\pm 0,98$	24,91 $\pm 0,47$	23,55 $\pm 1,46$	19,79 $\pm 0,50$	19,23 $\pm 0,18$	19,47 $\pm 0,41$	18,08 $\pm 2,48$	
Rest-Stickstoff									
$\bar{x}$ $\pm s$	11,38 $\pm 0,81$	10,39 $\pm 0,67$	11,07 $\pm 0,66$	11,87 $\pm 0,27$	11,16 $\pm 0,94$	9,99 $\pm 0,58$	11,13 $\pm 0,46$	10,90 $\pm 0,60$	
Amino-Stickstoff									
$\bar{x}$ $\pm s$	2,79 $\pm 0,18$	2,81 $\pm 0,14$	2,82 $\pm 0,13$	2,80 $\pm 0,13$	2,83 $\pm 0,15$	2,67 $\pm 0,10$	2,65 $\pm 0,11$	2,73 $\pm 0,04$	

Tabell
Wässerige Extrakte des Frisch

Anzahl der Proben 3	Frischfleisch	0	2	
Leitfähigkeit, bezogen auf				
$\bar{x}$ s	$22,65 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,02$	$19,10 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,10$	$20,30 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,25$	19, $\pm$
Extraktivstoffe, bezogen auf				
$\bar{x}$ s	29,88 $\pm 2,53$	28,00 $\pm 1,63$	26,80 $\pm 0,93$	$\pm$
Asche, bezogen auf wasserfr				
$\bar{x}$ s	4,56 $\pm 0,27$	4,28 $\pm 0,42$	4,21 $\pm 0,15$	$\pm$
Gesamt-Phosphor, bezogen auf				
$\bar{x}$ s	0,62 $\pm 0,04$	0,56 $\pm 0,02$	0,55 $\pm 0,02$	$\pm$
Gesamt-Stickstoff, bezogen auf				
$\bar{x}$ s	3,71 $\pm 0,31$	3,72 $\pm 0,23$	3,52 $\pm 0,10$	$\pm$
Rest-Stickstoff, bezogen auf				
$\bar{x}$ s	1,64 $\pm 0,08$	1,47 $\pm 0,06$	1,56 $\pm 0,07$	$\pm$
Amino-Stickstoff, bezogen auf				
$\bar{x}$ s	0,41 $\pm 0,03$	0,40 $\pm 0,02$	0,40 $\pm 0,03$	$\pm$

fleisches und des Trockenfleisches

Trockenfleisch				
Lagerzeit in Monaten				
4	6	8	10	12
wasserfreie Substanz in $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$				
$77 \cdot 10^{-4}$ 0,28	$20,19 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,19$	$19,27 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,32$	$19,54 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,93$	$19,42 \cdot 10^{-4}$ $\pm 0,14$
f wasserfreie Substanz in %				
25,78 1,18	23,17 $\pm 0,80$	21,93 $\pm 0,91$	21,28 $\pm 0,25$	20,30 $\pm 1,31$
eie Substanz in %				
4,28 0,21	3,57 $\pm 1,14$	4,01 $\pm 0,09$	3,90 $\pm 0,05$	3,95 $\pm 0,01$
f wasserfreie Substanz in %				
0,58 0,04	0,57 $\pm 0,01$	0,54 $\pm 0,02$	0,55 $\pm 0,03$	0,56 $\pm 0,03$
auf wasserfreie Substanz in %				
3,33 0,14	2,79 $\pm 0,09$	2,71 $\pm 0,07$	2,78 $\pm 0,04$	2,51 $\pm 0,33$
f wasserfreie Substanz in %				
1,69 0,01	1,57 $\pm 0,10$	1,41 $\pm 0,06$	1,60 $\pm 0,06$	1,52 $\pm 0,07$
auf wasserfreie Substanz in %				
0,40 0,01	0,40 $\pm 0,01$	0,38 $\pm 0,02$	0,38 $\pm 0,01$	0,38 $\pm 0,01$

Die Absorptionsspektren wässriger Auszüge von Frischfleisch, frisch hergestelltem und gelagertem Trockenfleisch sind aus Abbildung 5 ersichtlich.

Die Auswertung der Kurven erfolgte nach den für Muskelfarbstoffe angegebenen spektralen Charakteristika (18, 79, 129, 141) .

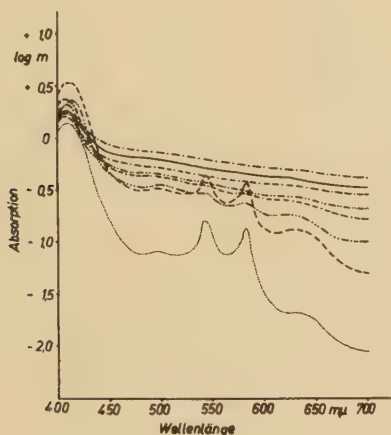


Abb. 5. Absorptionsspektren wässriger Extrakte von Frischfleisch und Trockenfleisch. Frischfleisch; Trockenfleisch, frisch hergestellt ----; Trockenfleisch 2 Monate gelagert ----; Trockenfleisch 4 Monate gelagert ----; Trockenfleisch 6 Monate gelagert ---; Trockenfleisch 8 Monate gelagert ---; Trockenfleisch 10 Monate gelagert ---; Trockenfleisch 12 Monate gelagert ---.

Die Ergebnisse der papierelektrophoretischen Untersuchung der wasserlöslichen Muskelproteine von Frischfleisch, frisch hergestelltem Trockenfleisch und 6 Monate gelagertem Trockenfleisch sind sowohl aus der Abbildung 6, als auch aus den Tabellen 29 und 30 zu ersehen.

Die Diagramme (die Maxima wurden von der Auftragstelle in der Wanderungsrichtung mit 1 und 2 bezeichnet) wurden nach den bei der papier-elektrophoretischen Auftrennung von Muskelproteinen erhaltenen Diagrammen ausgewertet (81, 90, 98)⁵⁾.

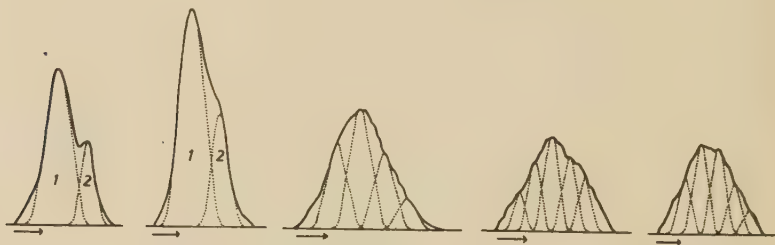


Abb. 6. Diagramme der Papierelektrophoresen von wässrigen Frischfleisch- und Trockenfleischextrakten. Von links nach rechts: Frischfleisch, Trockenfleisch, frisch hergestellt, Trockenfleisch 2 Monate gelagert, Trockenfleisch 4 Monate gelagert, Trockenfleisch 6 Monate gelagert.

5) Die Fraktion 1 wäre mit der Fraktion n+m, die Fraktion 2 mit der Fraktion l zu identifizieren. Hierbei würden die Komponenten n, m und l dem Myogen von Weber entsprechen, die Komponente l dem Myogen A, die Komponente m und n dem Myogen B von Baranowski (8, 9, 24). Außerdem enthalten die Komponenten n, m und l viele wichtige Enzyme (28). Die außer dem Myogen noch wasserlöslichen Muskel-eiweißkörper Myoglobin und Myoalbumin treten bei der papierelektrophoretischen Untersuchung nicht als Komponenten auf (81, 90). Das Myoglobin fällt mit der Komponente 1, bzw. bei diesen Untersuchungen mit der Fraktion 2 zusammen. Das Myoalbumin von Smith (12) konnte als schwächste und am schnellsten wandernde Fraktion infolge Absorption am Papier, übereinstimmend mit anderen Autoren (81, 90 126) nicht erhalten werden.

Tabelle 29

Relativ-% der Muskeleiweiß-Fractionen von Frischfleisch- und
Trockenfleisch-Elektrophorese-Diagrammen

Versuch	Frischfleisch Fraktion		Trockenfleisch Fraktion	
	1	2	1	2
1	68,00	32,00	67,37	32,63
	73,20	26,80	74,86	25,14
2	78,30	21,70	63,11	36,89
	72,00	28,00	70,46	29,54
3	80,77	19,23	72,00	28,00
	73,23	26,77	73,89	26,11
4	76,15	23,85	63,15	36,85
	75,93	24,08	68,63	31,37
5	80,72	19,28	74,09	25,91
	77,48	22,52	70,11	29,89
6	74,40	25,60	73,65	26,35
	70,54	29,46	63,02	36,98
7	42,24	57,76	58,04	41,95
	60,44	39,56	60,98	39,02
$\bar{x}$	72,98	27,02	67,47	32,53
s	$\pm 9,25$	$\pm 9,25$	$\pm 6,30$	$\pm 6,30$

Tabelle 30

Mittelwerte der Relativ-% der Bruchstücke von Muskeleiweiß-Fractionen
der Elektrophorese-Diagramme von gelagertem Trockenfleisch

Anzahl der Proben 7	Bruchstücke				
Trockenfleisch 2 Monate gelagert					
$\bar{x}$	22,66	40,48	24,86	12,00	
s	$\pm 4,85$	$\pm 4,97$	$\pm 4,22$	$\pm 5,01$	
Trockenfleisch 4 Monate gelagert					
$\bar{x}$	12,09	24,55	31,39	20,71	11,25
s	$\pm 5,31$	$\pm 6,50$	$\pm 5,52$	$\pm 5,17$	$\pm 6,82$
Trockenfleisch 6 Monate gelagert					
$\bar{x}$	12,07	23,63	32,38	21,28	10,64
s	$\pm 4,81$	$\pm 4,93$	$\pm 4,71$	$\pm 3,92$	$\pm 2,99$

D. Methodischer Teil

Bestimmungsmethoden und Versuchsansätze

Die Bestimmung der Wasserbindung ("Lockerer" und "Gebundenes" Wasser) erfolgte nach der Methode von R. G r a u und R. H a m m (50, 52).

Für die Ermittlung der Sorptionsisotherme wurde die Einstellung definierter relativer Luftfeuchtigkeiten nach der Methode von L. A c k e r und E. L ü c k (1) unter Berücksichtigung der Arbeit von F. H. M ü l l e r und E. H e l l m u t h (105) durchgeführt. Zur Einstellung des hygroskopischen Gleichgewichtes wurden die Trockenfleischproben in kleine Petrischalen gegeben und diese in die mit den entsprechenden Schwefelsäure-Wasser-Mischungen gefüllten Exsikkatoren gestellt. Die Aufbewahrung der Exsikkatoren erfolgte bei konstanter Temperatur von $+ 25^{\circ} \text{C}$, da bei Trockenfleisch erst über einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 % die Temperatur ohne Einfluß auf den absoluten Wassergehalt bleibt (39). Die Einstelldauer des hygroskopischen Gleichgewichtes erfordert meistens 3 - 9 Tage. Anschließend wurde der Wassergehalt des Trockenfleisches ermittelt.

Die Untersuchung auf Wasser, Asche, Fett, Stickstoff, Rest-Stickstoff und Extraktivstoffe erfolgte nach den gebräuchlichen Methoden.

Die Messung des pH-Wertes wurde elektrometrisch mit dem pH-Meter PHM 22 der Fa. Radiometer, Kopenhagen, durchgeführt.

Die Aufnahme der Remissionsspektren erfolgte im Bereich von 400 - 700 m μ mit dem Spektralphotometer M4Q mit Remissionsansatz I a. Die Probenvorbereitung für Frischfleisch (53, 68) mußte für Trockenfleisch durch Zerkleinerung im Starmix abgewandelt werden, wenn auch eine geringe Farbeinflussung, allerdings bei Frischfleisch, durch Zerkleinerung im Starmix beobachtet wurde (103).

Die Bestimmung der Verdaulichkeit erfolgte nach der Methode von R. G r a u und R. H a m m (49). Abänderung: Versuchstemperatur 37°C , Bestimmung des Rest-Stickstoffs nach Eiweißfällung mit Trichloressigsäure direkt im Filtrat. Die Substratkonzentration des Frischfleisches zu 5 % wurde zur Vermeidung einer Beeinflussung der Proteolyse durch unterschiedliche Substratkonzentration (58) für Trockenfleisch auf 1,35 % erniedrigt, entsprechend dem etwa 4fach erhöhten Stickstoffgehalt.

Die Rehydratation des Trockenfleisches wurde bei allen Versuchen, sofern nicht der Einfluß bestimmter Faktoren geprüft wurde, in destilliertem

Wasser von Zimmertemperatur durchgeführt. Ergänzend zu den Untersuchungen über die Rehydratation unter Vakuum sei angegeben, daß für diese das Trockenfleisch bereits vor der Wasserzugabe 1 Stunde unter Vakuum gehalten wurde. Ferner wurde zur Untersuchung des Einflusses des pH auf die Rehydratation des Trockenfleisches die Einstellung der entsprechenden pH-Werte durch Zugabe von HCl, bzw. NaOH zu dest. Wasser durchgeführt.

Die Herstellung der wässerigen Extrakte erfolgte durch 5malige Extraktion des zerkleinerten Fleisches mit dest. Wasser (pH-Wert im Mittel 5,56) im Verhältnis 1:5 bei Zimmertemperatur, jeweils 20 Minuten unter Rühren. Die Extraktkonzentration betrug bei Frischfleisch und Trockenfleisch, nach Vereinigung der Einzelfractionen 4 % (pH-Werte der Extrakte im Mittel 5,50).

Die Leitfähigkeit wurde mit dem Leitfähigkeitsmesser Type LBR der Wissenschaftl. Techn. Werkstätten, Weilheim/Obb., bestimmt (die Messung wurde stets sofort nach Beendigung der Extrakterstellung bei +20°C ausgeführt).

Die Phosphorbestimmung wurde nach Aufschluß mit konz. Schwefelsäure nach der Methode von C. H. F i s k e und Y. S u b b a r o w (34), modifiziert von K. L o h m a n n und L. J e n d r a s s i k (94) mit Hilfe des Stufenphotometers von Zeiß, Filter S 72, durchgeführt.

Die Aminostickstoffbestimmung erfolgte nach Enteiweißung mit Trichloressigsäure nach der Methode von C. G. P o p e und M. F. S t e v e n s (116), modifiziert von W. A. S c h r o e d e r, L. M. K a y und R. S. M i l l s (128) durch Titration der Kupferkomplexe.

Die Absorptionsspektren wurden mit dem Zeiß-Spektralphotometer PMQ II im Bereich von 400 - 700 m μ aufgenommen.

Bei der papierelektrophoretischen Untersuchung der wasserlöslichen Muskelproteine erfolgte die Extrakterstellung mit Eiswasser, $\mu = 0$, pH 5,60 (Mittelwert). Das Verhältnis Extraktionsmittel zu Frischfleisch betrug 1 ml pro 1 g, bzw. zu Trockenfleisch 1 ml pro 0,27 g, entsprechend dem etwa 4fach erhöhten Stickstoffgehalt. Die Extraktionszeit war 60 sec. im Starmix, anschließend 1 Stunde unter Rühren bei -4°C. Die Extrakte wurden anschließend 20 Minuten bei 3000 U/Min. zentrifugiert. Die Eiweißkonzentration betrug bei Frischfleischextrakten etwa 5 %, bei Trockenfleischextrakten etwa 9 %, bzw. nach Lagerung nur noch bis etwa 6 %. Die Muskelextrakte wurden nicht dialysiert (90). Die

Papierelektrophoresen wurden nach der Methode von W. G r a B m a n n und K. H a n n i g (45) im Elphor-H-Gerät (Fa. Bender & Hobein, München) durchgeführt. Als Puffer diente eine Lösung von Veronalnatrium-Natriumacetat, pH 8,6, $\mu = 0,1$ (102). Zur Analyse gelangten jeweils 0,008 ml Extrakt. Die Elektrophoresen wurden bei 8 - 10°C über 15 Stunden bei 110 Volt Spannung durchgeführt. Die Anfärbung der Elektrophoresestreifen erfolgte mit Amidoschwarz 10 B in Methanol-Eisessig (9:1). Die photometrische Auswertung der transparenten Streifen wurde mit dem Extinktionsschreiber I der Fa. Zeiß durchgeführt. Die quantitative Auswertung der erhaltenen Pherogramme erfolgte durch Einzeichnen Gauß'scher Kurven (3), durch Planimetrieren der Flächen und Berechnung der Flächen in Relativ-%.

E. Literaturverzeichnis

- (1) Acker, L. u. Lück, E.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 108, 256 (1958)
- (2) Adachi, R.R., Sheffner, L., and Spector, H.: Food Res. 23, 401 (1958)
- (3) Antweiler, H.J.: Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1952
- (4) Auerbach, E., Wang, H., Bates, V., Doty, D.M., and Kraybill, H.R.: Food Res. 19, 429 (1954)
- (5) Auerbach, E., Wang, H., Maynard, N., Doty, D.M., and Kraybill, H.R.: Food Res. 19, 557 (1954)
- (6) Bailey, K.: Biochem. J. 36, 140 (1942); zit. bei Haurowitz, F.: "Chemistry and Biology of Proteins" S. 128, Academic Press Inc., New York, 1950
- (7) Ballantyne, R., Brynko, C., Ducker, A.J., and Smithies, W.R.: Food Technol. 12, 398 (1958)
- (8) Baranowski, T.: Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 206, 43 (1939); zit. bei Kotter, L., Lenz, W. u. Prändl, O.: Zbl. Vet. Med. Bd. II, 495 (1955)
- (9) Baranowski, T.: C. R. Soc. Biol. 80, 1182 (1939); zit. bei Kotter, L., Lenz, W. u. Prändl, O.: Zbl. Vet. Med. Bd. II, 495 (1955)
- (10) Barry, T.H.: Food 19/223, 139 (1950); 19/224, 183 (1950)
- (11) Barylko-Pikielna, N.: Przemysl Spozywczy 11, 26 (1957); ref. in Rev. Conserve 12, Nr. 6, 63 (1957)
- (12) Bate-Smith, E.C.: Proc. Roy. Soc. (London), Ser. B. 64, 136 (1937); zit. bei Lenz, W.: Dissertation München, 1954
- (13) Bate-Smith, E.C., Lea, C.H., and Sharp, J.G.: J. Soc. chem. Ind. 62, 100 (1943)
- (14) Bate-Smith, E.C., Partridge, S.M., and Sheed, A.H.: J. Soc. chem. Ind. 63, 67 (1944)
- (15) Bate-Smith, E.C., Macara, T.J.R., and Sharp, J.G.: J. Soc. chem. Ind. 63, 71 (1944)
- (16) Bate-Smith, E.C.: Advances in Food Research Vol. I, p. 1, Academic Press Inc., New York, 1948
- (17) Bendall, J.R.: J. Soc. chem. Ind. 65, 226 (1946)
- (18) Bowen, W.J.: J. biol. Chemistry 179, 235 (1949)
- (19) Brooks, J.: Vortr.-Ref. in Food Manufact. 33, 204 (1958)
- (20) Brynko, C., and Smithies, W.R.: J. Sci. Food Agric. 9, 576 (1958); ref. in Food Technol. 13, No. 2, Abstr. 32, (1959)
- (21) Burnett, M.C., Gehrke, C.W., and Brady, D.E.: J. agric. Food Chem. 3, 524 (1955)
- (22) Caprino, G.: Boll. Soc. ital. Biol. speriment. 31, 1446 (1955); ref. in Chem. Zbl. 129, 7855 (1958)
- (23) Chachina, L.P.: Fragen der Ernährung (russ.) 16, 87 (1957); ref. in Chem. Zbl. 129, 5237 (1958)
- (24) Chrobak, L., u. Baranowski, T.: C. R. Acad. Sci. URSS, 28, 724 (1940); zit. bei Kotter, L., Lenz, W. u. Prändl, O.: Zbl. Vet. Med. Bd. II, 495 (1955)
- (25) Connell, J.J.: Vortr.-Ref. in Food Manufact. 33, 207 (1958)
- (26) Copson, D.A., and Decareau, R.V.: Food Res. 22, 402 (1957)
- (27) Copson, D.A.: Food Technol. 12, 270 (1958)
- (28) Cori, G.T., Slein, M.W., and Cori, C.F.: J. biol. Chemistry 159, 565 (1945); zit. bei Kotter, L., Lenz, W. u. Prändl, O.: Zbl. Vet. Med. Bd. II, 495 (1955)

- (29) Davis, L.H., and Emmett, A.D.: J. Amer. chem. Soc. 36, 444 (1914); ref. in Z. Unters. Lebensmittel 30, 30 (1915)
- (30) Doty, D.M., Wang, H., and Auerbach, E.: J. agric. Food Chem. 1, 664 (1953)
- (31) Drozdov, N.: Biochem. Z. (russ.) 12, 435 (1938); ref. in Z. Unters. Lebensmittel 80, 369 (1940)
- (32) Dunker, C.F., Hankins, O.G., and Bennett, O.L.: Food Res. 10, 445 (1945)
- (33) Ede, A.J., and Partridge, S.M.: J. Soc. chem. Ind. 62, 194 (1943); ref. in Chem. Zbl. 117, 1927 (1946)
- (34) Fiske, C.H., and Subbarow, Y.: J. biol. Chemistry 66, 375 (1925)
- (35) Flosdorf, E.W.: Reinhold Publishing Corporation, New York 1949
- (36) Franzke, O.: Dissertation München 1951
- (37) Frehse, H. u. Fink, H.: Fette, Seifen einschl. Anstrichmittel 60, 283, 811 (1958)
- (38) Furgal, H.P.: Food Engng. 26, 74, 152 (1954)
- (39) Gane, R.: J. Soc. chem. Ind. 62, 139 (1943); ref. in Chem. Zbl. 116, 615 (1945)
- (40) Gane, R.: Food Manufact. 26, 389 (1951)
- (41) Görling, P.: Chem.-Ing.-Techn. 29, 170 (1957)
- (42) Görnhardt, L.: Fette, Seifen einschl. Anstrichmittel 57, 270, 429 (1955)
- (43) Gooding, E.G.B., and Rolfe, E.J.: J. Sci. Food Agric. 6, 427 (1955)
- (44) Gooding, E.G.B., and Rolfe, E.J.: Food Technol. 11, 302 (1957)
- (45) Graßmann, W. u. Hannig, K.: Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 290, 1 (1952)
- (46) Grau, R.: Z. Unters. Lebensmittel 86, 188 (1943)
- (47) Grau, R. u. Kostenbader, E.: Fleischwirtschaft 23, 13 (1943)
- (48) Grau, R.: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 46, 30 (1950)
- (49) Grau, R. u. Hamm, R.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 93, 201 (1951)
- (50) Grau, R. u. Hamm, R.: Naturwissenschaften 40, 29 (1953)
- (51) Grau, R., Hamm, R. u. Baumann, A.: Biochem. Z. 325, 1 (1953)
- (52) Grau, R. u. Hamm, R.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 105, 446 (1957)
- (53) Grau, R. u. Mirna, A.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 106, 6 (1957)
- (54) Guilbot, A.: Alim. et Vie 45, 243 (1957); ref. in Ind. Alim. Agric. 75, 357 (1958)
- (55) Hamdy, M.K., and Deatherage, F.E.: Food Technol. 12, No. 4, Ann. Meeting 49 (1958)
- (56) Hamdy, M.K., Cahill, V.R., and Deatherage, F.E.: Food Res. 24, 79 (1959)
- (57) Hamm, R.: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 49, 153 (1953)
- (58) Hamm, R.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 102, 417 (1955)
- (59) Hamm, R. u. Grau, R.: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 51, 106 (1955)
- (60) Hamm, R.: Fleischwirtschaft 7, 196 (1955)
- (61) Hankins, O.G., Dunker, C.F., and Bennett, O.L.: Food Res. 11, 1 (1946)
- (62) Hankins, O.G., Ernst, A.J., and Kauffman, W.R.: Food Res. 11, 501 (1946)
- (63) Hankins, O.G., and Hetzer, H.B.: Food Res. 12, 111 (1947)
- (64) Hanson, S.W.F.: Food Technol. 12, 194 (1958)
- (65) Harper, J.C., and Tappel, A.L.: Advances in Food Research 7, 171 (1957)

- (66) Haurowitz, F.: "Chemistry and Biology of Proteins", Academic Press Inc., New York 1950
- (67) Hay, J.M.: J. Sci. Food Agric. 6, 433 (1955)
- (68) Heim, E.: Zbl. Vet. Med. Bd. I, 305 (1953/1954)
- (69) Heim, E.: Fleischwirtschaft 7, 113 (1955)
- (70) Heiss, R.: Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956
- (71) Held, E.F.M.v.d.: De Ingenieur 69, Nr. 6, Ch. 15 (1957)
- (72) Henrickson, R.L., Brady, D.E., Gehrke, C.W., and Brooks, R.F.: Food Technol. 9, 290 (1955)
- (73) Henrickson, R.L., Brady, D.E., Gehrke, C.W., and Brooks, R.F.: Food Technol. 10, 1 (1956)
- (74) Hoagland, R. and Snider, G.G.: Food Res. 11, 494 (1946)
- (75) Hückel, E.: Acad. Verlags-Ges., Leipzig 1928; zit. bei Acker, L. u. Lück, E.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 108, 256 (1958)
- (76) Hunt, S.M.V., and Matheson, N.A.: Food Technol. 12, 410 (1958)
- (77) Kallert, E.: Z. Fleisch- u. Milchhyg. 41, 297 (1931)
- (78) Kiefer, H.: D.B. Patent Nr. 962 398
- (79) Kiese, M. u. Kaeske, H.: Biochem. Z. 312, 121 (1942)
- (80) Koller, R.: Wiener tierärztl. Mschr. 36, 79, 139 (1949)
- (81) Kotter, L., Lenz, W. u. Prändl, O.: Zbl. Vet. Med. Bd. II, 495 (1955)
- (82) Kowkcheswili, E. u. Timofeywa, L.: Myasnaya Industria UdSSR 22, Nr. 5 (1951); ref. in Fleischwirtschaft 2, 310 (1953)
- (83) Kraybill, H.R.: Ind. Engng. Chem. 35, 46 (1943)
- (84) Krischer, O.: "Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik", Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956
- (85) Lea, C.H.: J. Soc. chem. Ind. 62, 200 (1943); ref. in Chem. Zbl. 117, 1928 (1946)
- (86) Lea, C.H.: J. Soc. chem. Ind. 63, 55 (1944); ref. in Chem. Zbl. 117, 562 (1946)
- (87) Lea, C.H.: Vortr.-Ref. in Food Manufact. 33, 250 (1958)
- (88) Lemberg, R., and Legge, J.W.: Interscience Publishers Inc., New York 1949; zit. bei Regier, L.W., and Tappel, A.L.: Food Res. 21, 630 (1956)
- (89) Leniger, H.A.: De Ingenieur 69, Nr. 2, Ch. 1 (1957)
- (90) Lenz, W.: Dissertation München 1954
- (91) Lerche, M.: Fleischwirtschaft 22, 191 (1942)
- (92) Leybold-Hochvakuum-Anlagen GmbH.: D.B. Patent Nr. 1 000 223
- (93) Loesecke, H.W.v.: Reinhold Publishing Corporation p. 160, New York 1943
- (94) Lohmann, K. u. Jendrassik, L.: Biochem. Z. 178, 419 (1926)
- (95) Macara, T.J.R.: J. Soc. chem. Ind. 62, 104 (1943)
- (96) Macara, T.J.R.: J. Soc. chem. Ind. 63, 74 (1944)
- (97) Mac Pherran, Fr. W., and Mac Pherran, Ch.C.: U.S.A. Patent No. 2 401 493
- (98) Mariani, H.A. u. Toschi, G.: Rend. Ist. super. Sanità 16, 148 (1953)
- (99) Matz, G.: Vakuum-Technik 3, Nr. 6/7, 3 (1955)
- (100) McGraw-Hill World News: Food Engng. 28, 40, 143 (1956)
- (101) Meinel, J. & Co.: Österr. Patent Nr. 163 311
- (102) Michaelis, L.: Biochem. Z. 234, 139 (1931)
- (103) Mirna, A.: Fleischwirtschaft 7, 589 (1955)
- (104) Möhler, K. u. Kiermeier, F.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 99, 210 (1954)
- (105) Müller, F.H. u. Hellmuth, E.: Kolloid-Z. 144, 125 (1955)
- (106) Neumann, K.: Musterschmidt-Verlag, Göttingen 1952

- (107) Neumann, K.: Chem.-Ing.-Techn. 29, 267 (1957)
- (108) N. N.: U.S. Dept. Agr. Circ. No. 706 (1944)
- (109) N. N.: Rev. Conservé 6, Nr. 12, 87 (1951)
- (110) N. N.: Rev. Conservé 9, Nr. 1, 85 (1954); ref. in Ind. Alim. Agric. 71, 591 (1954)
- (111) N. N.: National Provisioner 138, Nr. 23/24, 38 (1958)
- (112) N. N.: Canner 124, No. 8, 14, 30 (1957); ref. in Bull. Inst. int. Froid 38, 482 (1958)
- (113) Orent-Keiles, E., Hewston, E.M., and Butler, L.: Food Res. 11, 486 (1946)
- (114) Orskov, S.L.: Biochem. Z. 244, 33 (1932)
- (115) Pearce, J.A.: Canad. J. Res., Sect. D. 21, 594 (1943); ref. in Chem. Zbl. 117, 2494 (1946)
- (116) Pope, C.G., and Stevens, M.F.: Biochem. J. 33, 1070 (1939)
- (117) Prater, A.R.: Austral J. appl. Sci. 4, 603 (1953)
- (118) Prater, A.R., and Elliott, A.G.L.: Commonwealth sci. ind. Res. Organizat., Melbourne 1957, Food Preserv. Transp. Techn. Paper no. 5
- (119) Prater, A.R., and Elliott, A.G.L.: Commonwealth sci. ind. Res. Organizat., Melbourne 1958, Food Preserv. Transp. Techn. Paper No. 9
- (120) Putnam, F.W.: "The Proteins", Vol. I, Part B, p. 807, Academic Press Inc., New York 1953
- (121) Quartermaster Food and Container Inst., Chicago: Fleischwirtschaft 9, 440 (1957)
- (122) Regier, L.W., and Tappel, A.L.: Food Res. 21, 630 (1956)
- (123) Regier, L.W., and Tappel, A.L.: Food Res. 21, 640 (1956)
- (124) Rice, E.E., and Beuk, J.F.: Advances in Food Research, Vol. IV, p. 233, Academic Press Inc., New York 1953
- (125) Rolfe, E.J.: Food 25, 199 (1956)
- (126) Salobir, K.: Dissertation Hannover 1958
- (127) Schelhorn, M.v.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 91, 117 (1950)
- (128) Schroeder, W.A., Kay, L.M., and Mills, R.S.: Analytic. Chem. 22, 760 (1950)
- (129) Schweigert, B.S.: Proceedings Eight Research Conference, AMI, S. 61 (1956)
- (130) Scott, W.J.: Advances in Food Research, Vol. VII, p. 83, Academic Press Inc., New York 1957
- (131) Sen Gupta, P.N.: J. Indian chem. Soc., ind. News Edit. 14, 75, 125, 134 (1951); ref. in Chem. Zbl. 123, 2939 (1952), 124, 9663 (1953)
- (132) Sharp, J.G.: Spezial Report No. 57, Food Investigation Dep. Sci. ind. Res., London (1953)
- (133) Sharp, J.G.: J. Sci. Food Agric. 8, 14, 21 (1957)
- (134) Sharp, J.G.: Vortr.-Ref. in Food Manufact. 33, 250 (1958)
- (135) Smithies, W.R.: Chem. and Ind. 29, 1008 (1957); ref. in Bull. Inst. int. Froid 38, 992 (1958)
- (136) Speck, E.: Dissertation München 1957
- (137) Stille, B.: Z. Lebensmittel-Unters. u. -Forsch. 88, 9 (1948)
- (138) Tappel, A.L., Conroy, A., Emerson, M.R., Regier, L.W., and Stewart, G.F.: Food Technol. 9, 401 (1955)
- (139) Tappel, A.L.: Food Res. 21, 195 (1956)
- (140) Tappel, A.L., Martin, R., and Plocher, E.: Food Technol. 11, 599 (1957)
- (141) Theorell, H.: Biochem. Z. 268, 55 (1934)
- (142) Tischer, R.G., and Brockmann, M.C.: Food Engng. 30, 110 (1958)
- (143) Vere-Jones, N.W.: Food 26/311, 294 (1957), 26/312, 337 (1957); ref. in Rev. Conservé 13, 101 (1958)

- (144) Wang, H., Andrews, F., Rasch, E., Doty, D.M., and Kraybill, H.R.: Food Res. 18, 351 (1953)
- (145) Wang, H., Auerbach, E., Bates, V., Andrews, F., Doty, D.M., and Kraybill, H.R.: Food Res. 19, 154 (1954)
- (146) Wang, H., Auerbach, E., Bates, V., Doty, D.M., and Kraybill, H.R.: Food Res. 19, 543 (1954)
- (147) Wang, H.: AMIF, Circ. No. 12, 59 (1954)
- (148) Wang, H., Weir, C.E., Birkner, M.L., and Ginger, B.: AMIF, Bull. No. 36, 9 (1958)
- (149) Watts, J.H., Booker, L.K., Wright, W.G., and Williams, E.G.: Food Res. 21, 528 (1956)
- (150) Watts, B.M.: Advances in Food Research, Vol. V, p. 1, Academic Press Inc., New York 1954
- (151) Weber, E.: Gustav Fischer Verlag, Jena 1957
- (152) Whitmore, R.A., Pollard, A.E., Kraybill, H.R., and Elvehjem, C.A.: Food Res. 11, 419 (1946)
- (153) Whitmore, R.A., Seligson, D., Kraybill, H.R., and Webb, B.H.: Food Res. 13, 19 (1948)
- (154) Wierbicki, E., Kunkle, L.E., and Deatherage, F.E.: Food Technol. 11, 69 (1957)
- (155) Winkler, C.A.: Canad. J. Res., Sect. D. 17, 1 (1939)
- (156) Yao, A., Nelson, A.I., and Steinberg, M.P.: Food Technol. 10, 145 (1956)
- (157) Yee, Y.J., and Davis, R.O.E.: Ind. Engng. Chem., analyt. Edit. 16, 487 (1944); ref. in Chem. Zbl. 117, 1881 (1946)
- (158) Zimmermann, S.: Österr. Patent Nr. 164 260, Nr. 165 089
- (159) Zimmermann, S.: U.S.A. Patent No. 2 549 743
- (160) Zimmermann, S.: Allg. Fleischer-Ztg. 1951

L e b e n s l a u f

Am 10. November 1930 wurde ich als Tochter des Steueramtmanns August Schultheiß und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Gebhardt, in Bamberg geboren.

Nach Besuch der Volksschule in Bamberg, trat ich 1940 in Bamberg in die Mädchen-Oberrealschule ein, an der ich 1950 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1950/51 immatrikulierte ich mich in der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen. Im Oktober 1953 bestand ich das lebensmittelchemische Vorexamen, im September 1955 die Staatsprüfung für Lebensmittelchemiker.

Seit November 1955 bin ich am Institut für Chemie und Physik der Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft, Kulmbach, als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Im Frühjahr 1957 begann ich dort unter der Leitung seines Direktors, Herrn Prof. Dr. R. Grau, mit der Ausführung der vorliegenden Arbeit. Im Wintersemester 1957/58 und im Sommersemester 1959 war ich in der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität München immatrikuliert.

